BHS
II H
70

HS II H 70

Eure et Loire

54X1

Grundriß der Physik

für

Vorlesungen

von

Heinrich Friedrich Link,
Professor zu Rostock und verschiedener gelehrten Gesellschaften Mitglied.

Bayer. Berg-, Hütten- und Salzwerke Aktiengesellschaft
Bibliothek:
Gruppe II H.
B. Nr. 70

BIBLIOTHEK
DER K. B. GENERAL
BERGW. U. SALINEN
ADMINISTR.

Mit einer Kupfertafel.

Hamburg,
bey Benjamin Gottlieb Hoffmann.
1798.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorrede.

Die Ursachen, welche mich zur Herausgabe dieses Grundrisses der Physik bewogen, sind von verschiedener Art. Erstlich wollte ich den Lehrlingen und Liebhabern der Physik ein Handbuch in die Hände liefern, welches in der größten Kürze nur die Materien nach einer strengen Ordnung enthielte, die, genau genommen, zur Physik zu rechnen sind. Ferner, wollte ich, daß die Leser dieses Buches auch auf die Verbesserungen der Naturwissenschaft aufmerksam werden sollten, welche durch die neuesten Veränderungen in der Philosophie hervorgebracht worden sind. In wenigen bloß physikalischen Schriften hat man darauf Rücksicht genommen, oder es ist auf eine solche Art geschehen, daß der Leser auch nicht die geringste Kenntniß dadurch erlangen kann.

Es

Vorrede.

Es ist überflüssig Beyspiele von den groben Mißverständnissen mancher Physiker in diesen Lehren anzuführen, und wenn ich auch nicht hoffen darf allen Mißverständnissen entgangen zu seyn, so glaube ich doch nicht, so darüber abgesprochen zu haben, wie sehr oft geschehen ist. Zuletzt wird man auch manche eigene Darstellung, ja manche eigene Theorie finden, deren Prüfung ich von den Physikern erwarte. Vieles ist davon in meinen Beyträgen zur Physik und Chemie vorläufig gesagt worden, hier aber erscheint alles in einer ganz neuen Ordnung und sehr oft durchaus verbessert. Ich wünsche nichts mehr, als daß dieses nur die Veranlassung seyn möge, denkende Köpfe auf manche Gegenstände, die noch einer Erörterung bedürfen aufmerksam zu machen.

Rostock im Aprill 1797.

Grund-

Grundriß der allgemeinen Naturwissenschaft.

Einleitung.

§. 1.

Materie nennen wir jeden Gegenstand im Raume, sofern wir ihn nur als einem solchen betrachten. In der *allgemeinen Naturwissenschaft* werden die Bedingungen angegeben, unter welchen Erfahrung von ihr möglich ist, wie auch, was diesem gemäß, sich mathematisch darstellen oder construiren läßt.

§. 2.

Der Raum ist keiner andern Veränderung fähig, als der Begrenzung. Wir betrachten hier also nur die Materie in Rücksicht auf den Raum, und die Begrenzung desselben. Alles Begrenzen eines Raumes geschieht zuletzt durch Linien, und wir können uns nicht anders verständlich machen, was eine Linie sey, als wenn wir sie in Gedanken ziehen. Das Ziehen einer Linie stellen wir uns wiederum als Bewegung eines Punctes vor. Folglich ist alles Begrenzen des Raumes ursprünglich Bewegen, und die allgemeine Naturwissenschaft besteht darin, daß wir die Materie in Rücksicht auf Bewegung betrachten. Wir wollen zuerst von der Bewegung überhaupt, dann von ihren Ursachen, und endlich von der Mittheilung der Bewegung reden.

Erster Abschnitt.

Von der Bewegung überhaupt. Phoronomie.

§. 3.

Ein Raum, welcher ein Gegenstand der Erfahrung werden soll, muß begrenzt seyn, der unbegrenzte folglich unendlich große Raum ist nur eine Idee. Jeder begrenzte Raum wird wiederum in einem andern Raume gedacht, es läßt sich wenigstens ein Punct angeben, wo sich jener befindet, und ein solcher Punct heißt der Ort des Raumes. Einen Raum, auf dessen Begrenzung wir Rücksicht nehmen, nennen wir einen relativen, einen Raum, auf dessen Begrenzung wir keine Rücksicht nehmen, den absoluten Raum. Beweglich heißt uns hier, was an einem andern Orte seyn kann, als da, wo es sich befindet; folglich sind alle begrenzten Räume beweglich. Aber jeder begrenzte Raum, sofern er in der Erfahrung gegeben ist, muß als materiell angesehen werden, denn dasjenige, was ihn begrenzt, ist immer Gegenstand im Raume oder Materie. Wir dürfen also Materie überhaupt

das Bewegliche im Raume nennen, da hingegen der bloße Raum nicht beweglich ist. Um die Bewegung eines jeden materiellen Raumes bestimmen zu können, muß man die Bewegung eines jeden gegebenen Punctes in ihm zu bestimmen wissen, daher kann man die Lehre von der Bewegung auf die Lehre von der Bewegung der Puncte zurückführen.

§. 4.

Wir erkennen die Bewegung in der Erfahrung nur an der Veränderung des Ortes, wir verknüpfen dann die Oerter, worin ein Punct nach und nach erscheint, durch eine Linie. Beharrt ein Gegenstand eine Zeit hindurch an demselben Orte, so sagen wir er ruhe. Ein Punct beschreibt durch seine Bewegung in einer gewissen Zeit eine Linie, die man seinen Weg, oder auch Raum nennt. An der Zeit können wir nur die Dauer bestimmen, an dem Wege seine Größe und Richtung. Die letztere läßt sich nur durch eine gerade Linie darstellen, deren Lage gegen die Grenzen des Raumes durchgängig bestimmt ist. Wir handeln also zuerst nur von geradlinigen Bewegungen. Eine Bewegung heißt gleichförmig (uniformis) wenn die durchlaufenen Räume sich wie die Zeiten verhalten, worin sie beschrieben werden, und da wir die

die Dauer nicht anders als durch eine Linie darzustellen vermögen, so erhellt, daß sich keine andere, als gleichförmige Bewegungen mathematisch darstellen lassen.

§. 5.

Die Geschwindigkeit ist der Zustand des Beweglichen, worin es einen Raum innerhalb einer bestimmten Zeit gleichförmig durchlaufen könnte. Die Größe derselben ist die Größe der Bewegung überhaupt, weil durch Richtung und Geschwindigkeit alles bestimmt wird, was sich von einer Bewegung überhaupt sagen läßt. Diese Größe wird durch die Größe des Raumes gemessen, welchen das Bewegliche mit fortgesetzter Bewegung in einer bestimmten Zeit gleichförmig durchlaufen würde, folglich verhalten sich bey gleichen Zeiten die Größen der Geschwindigkeiten zweyer Puncte, wie diese Räume. Die Geschwindigkeiten lassen sich auch durch Linien ausdrücken, wenn man die Zeiten überall gleich setzt. Ein Punct kann einen gewissen Grad der Geschwindigkeit haben und doch ruhen, wenn nämlich irgend eine Ursache ihm hinderte seinen Weg wirklich zu durchlaufen, es kann also dieser Weg nur erdichtet seyn. Wir sagen dann, ein Punct habe ein Bestreben sich zu bewegen.

Ein

Ein Punct bewege sich mit der Geschwindigkeit C durch den Raum S in der Zeit T, ein anderer durch s, in t, mit c. Man vergleiche beide mit einem dritten, welcher den Raum x in der Zeit t mit der Geschwindigkeit C durchläuft, so hat man C : c = x : s, weil die Zeiten für den zweyten und dritten Punct gleich sind, ferner T : t = S : x, weil die Geschwindigkeiten des ersten und dritten Punctes einerley sind, wo dann die Proportion aus der Erklärung der gleichförmigen Bewegung §. 4. folgt. Richtung und Geschwindigkeit bestimmen nämlich allein die Bewegung, der Begriff von Größe läßt sich aber auf die erstern nicht anwendeu, und in Rücksicht auf Größe sind die Bewegungen zweyer Puncte als einerley anzusehen, wenn die Geschwindigkeiten gleich sind. Dieses berechtigt uns, was in der Erklärung von der gleichförmigen Bewegung eines Punctes gesagt wurde, auf die Bewegungen mehrerer Puncte zu erweitern. Aus beyden Proportionen folgt CT : ct = S : s, und wenn S = s, C : c = t : T. Man setzt auch oft s = ct, so wie man Winkel den Bogen, wodurch sie gemessen werden, gleich setzt. Der hier gebrauchten Art zu schließen werden wir uns oft in ähnlichen Fällen bedienen.

Anmerk. Die Geschwindigkeit, als eine intensive Größe zu betrachten, so wie die Räu-

Räume, wodurch sie gemessen wird, als erdichtete Räume, ist nicht allein dem wahren Begriffe von Geschwindigkeit als einem Zustande der Materie gemäß, sondern erleichtert auch die Naturwissenschaft ungemein. Hier will ich nur erinnern, daß man auf diese Weise nicht genöthigt ist, die Geschwindigkeit bald als den Zustand anzusehen, worin ein Körper einen Raum beschreibt, wie in der gleichförmigen Bewegung, bald als den Zustand, welchen er durch die Beschreibung eines Raumes erhalten hat, wie dieses bey Betrachtung der veränderten Bewegung zu geschehen pflegt. Für diesen letztern Gebrauch passen die gewöhnlichen Erklärungen der Bewegung nicht, s. z. B. Gehlers Wörterb. Art. Geschwindigkeit. Erxleben Naturlehre §. 44, 45.

§. 6.

Die Zusammensetzung der Bewegung ist die Darstellung der Bewegung eines Punctes, als einerley mit mehrern Bewegungen desselben Punctes. Wir suchen nämlich eine Bewegung, welche einen Punct zuletzt dahin führen würden wohin mehrere Bewegungen ihn sowohl zugleich als nach einander würden geführt haben.

Aus

Aus Gründen, welche schon §. 4. angezeigt sind, müssen wir alle Bewegungen auch hier auf gleichzeitige zurückführen, wenn wir sie darstellen wollen. Allein die Darstellung dieser Zusammensetzung in einem und demselben Raume ist unmöglich, weil jede Verknüpfung von Linien, wodurch man Bewegungen ausdrückt, nur nach einander, nicht zugleich geschehende Bewegungen andeuten würde, wir müssen also mehrere Räume zu Hülfe nehmen. Nun wird aber die Bewegung bloß an der Veränderung des Ortes in einem relativen Raume erkannt, es bleibt daher für alle mögliche Erfahrung einerley, man mag den Punct in einem ruhenden Raume sich bewegen lassen, oder der Punct mag in einem absoluten Raume ruhen, der relative Raum hingegen mit derselben Geschwindigkeit aber in entgegengesetzter Richtung bewegt werden. Wenn man also zwey zugleich geschehende Bewegungen verbinden will, so darf man nur die eine dem Puncte im absoluten Raume, die andern hingegen dem relativen Raume aber in entgegengesetzter Richtung beylegen. Diese beyden nun verbundenen Bewegungen kann man auf eben die Art mit einer dritten, diese drey mit einer vierten und so fort ohne Aufhören verbinden.

§. 7.

§. 7.

Bey der Bestimmung einer Bewegung läßt sich alles auf Geschwindigkeit und Richtung bringen, wir sind also auch im Stande, die Zusammensetzung der Bewegungen auf die Verbindung der Geschwindigkeiten nach verschiedenen Richtungen zurückzuführen.

Erster Fall. Die Bewegungen AB und AC Fig. 1. welche zu verbinden sind, haben entgegengesetzte Richtungen. Man gebe dem Puncte die Bewegung AB im absoluten Raume, statt der Bewegung AC aber, dem relativen Raume eine Bewegung = CA. Wenn der Punct nach B durch die erste Bewegung fortrückte, so würde ihn die zweyte zurückbringen, er selbst würde in der Erfahrung seinen Ort nur um so viel verändern als AB und AC an Größe unterschieden sind. Die Geschwindigkeit der zusammengesetzten Bewegung ist dem Unterschiede der Geschwindigkeiten BA und AC gleich und wird in der Richtung der größern von den beyden Linien in derselben Ebene fortgesetzt. Dieses gilt, wie sehr leicht erhellt, ebenfalls, wenn die Bewegungen nach einander geschehen. Für AB = AC, ruhet bey zugleich geschehenden Bewegungen der Punct.

Zweyter Fall. Die Bewegungen BA und AC haben einerley Richtungen. Man gebe BA dem

dem Puncte im absoluten Raume, CA hingegen dem relativen Raume. Der Punct rückt also nicht allein vermöge der erstern, sondern auch vermöge der zweyten Bewegung nach C fort, die Geschwindigkeit der zusammengesetzten Bewegung ist der Summe der Geschwindigkeiten BA und AC gleich, und wird in der Richtung beyder Linien in derselben Ebene fortgesetzt. Dieses gilt ebenfalls, wenn die Bewegungen nach einander geschehen.

Dritter Fall. Die Bewegungen AD und Ad Fig. 2 schließen einen Winkel ein. Man setze der Punct bewege sich mit AD im absoluten Raume, der relative Raum aber mit dA. Man ziehe ferner DG mit Ad, dG mit AD parallel, und die diagonale AG. Auf dieser nehme man einen Punct E willkührlich, ziehe EB mit Ad, Eb mit AD parallel, so ist, wie die Geometrie lehrt, Ab : AE = Ad : AG, ferner AE : AB = AG : AD, also auch Ab : AB = Ad : AD. Indem also der Punct von A bis B im absoluten Raume fortginge, würden sich die Puncte des relativen Raumes nach Richtungen wie bA, bE bewegen, oder der Punct ginge nach den entgegengesetzten Richtungen fort, wäre also am Ende beyder Bewegungen in E. Was von dem Puncte E gilt, läßt sich von allen Puncten der Diagonale AG darthun, der bewegte Punct würde sich also

nach

nach und nach in allen Puncten der Diogonale befinden; auch hat die Größe des Winkels D A d auf den Beweis keinen Einfluß. Die Diagonale durch den Winkel, welche die beyden Bewegungen in derselben Ebene machen, wenn das Parallelogramm zu jenen beyden Linien ergänzt wird, drückt also die Geschwindigkeit und Richtung der zusammengesetzten oder mittlern Bewegung aus. Auch läßt jede Bewegung wie A G sich so ansehen, als ob sie aus zwey andern Bewegungen zusammengesetzt sey, ein gleiches gilt von den Bewegungen A D und A d, die man ebenfalls als Diagonalen von Parallelogrammen ansehen kann und s. f. folglich läßt sich jede Bewegung in so viel andere als man will zerlegen. Uebrigens erhält man den ersten Fall wenn man D A d = 180°, den zweyten, wenn man D A d = 0 setzt. Es erhellt ebenfalls leicht, das der Punct in G seyn werde, wenn die Bewegungen A D und A d nach einander geschehen.

Anmerk. Der hier gegebene Beweis ist aus Kants unten anzuführender Schrift größtentheils entlehnt. Segner, d' Alembert und andere haben ähnliche Beweise gegeben. Auf die Lehre von Hebel durfte man diesen Beweis hier, so wie überhaupt in der Physik nicht gründen, wegen des verwickelten Begriffs von Festigkeit. Für die angewandte

wandte Mathematik ist es erlaubt, dieses zu thun. Uebrigens ist hier nur die Rede davon, wie wir die zusammengesetzte Bewegung construiren sollen, ihre Anwendung auf die Erfahrung muß erst gerechtfertigt werden.

Eine Größe wird durch Zusammensetzung des Gleichartigen erzeugt, also ist die Lehre von der Zusammensetzung der Bewegung, als der Hauptlehre in diesem Abschnitte eigentlich die Lehre von der Größe der Bewegung eines Punctes, und zwar von der extensiven Größe, weil man hier von dem Theilen zum Ganzen aufsteigt, nicht der intensiven (wie die Größe der Geschwindigkeit) wo die Theile nur durch Vorstellung des Ganzen möglich sind.

Zwey=

Zweyter Abschnitt.

Von den Grundkräften der Materie. Dynamik.

§. 8.

Die Materie erfüllt ihren Raum, das heißt, sie wiedersteht allem Beweglichen, was in denselben Raume zu dringen strebt. Dieses Eindringen kann nicht anders, als durch eine Bewegung geschehen, und der Widerstand muß diese Bewegung mindern oder aufheben, welches wie der vorige §. lehrt, durch eine Bewegung in entgegengesetzter Richtung geschehen kann. Wir müssen also der Materie die Ursache einer Bewegung oder Kraft zuschreiben, und zwar einer Bewegung, wodurch sie andere Materie von sich zu entfernen strebt, oder eine zurückstoßende Kraft. Sie ist eine Grundkraft, weil wir uns ohne sie, Materie, welche den Raum erfüllt, gar nicht denken können. Sie wirkt als eine solche nach allen Seiten mit gleicher Stärke, da kein Grund vorhanden ist, warum sie nach einer mehr als nach der andern wirken sollte, man kann sie daher auch eine ursprünglich ausdehnende

Kraft

Kraft (Elasticität) nennen. Die Materie erfüllt also ihren Raum durch eine zurückstoßende Kraft, und zwar aller ihrer Theile, weil sonst ihr Raum, wider die Voraussetzung, nicht ganz erfüllt wäre. Die unmittelbare Wirkung und Gegenwirkung der Materie auf einander, vermittelst dieser Kraft, heißt die Berührung.

§. 9.

Was sich von anderer Materie trennen läßt, muß für sich beweglich seyn, und eine solche Trennung nennen wir die physische Theilung. Der Raum, welchen die Materie erfüllt, ist bis ins Unendliche mathematisch theilbar, das heißt, seine Theile können bis ins Unendliche unterschieden, aber nicht bewegt (§. 3.) folglich auch nicht getrennt werden. In einem mit Materie erfülltem Raume hingegen, muß jeder noch so kleine Theil desselben alle andere zurückbewegen, und von ihnen zurückbewegt werden, wenn der Raum erfüllt seyn soll, jeder Theil muß also für sich beweglich seyn. Die Materie ist daher bis ins Unendliche nicht allein mathematisch, sondern auch physisch theilbar. Dieses heißt nämlich, wir können bey der fortgesetzten Theilung der Materie, selbst in dem Begriffe von ihr, durchaus auf nichts einfaches kommen, aber es heißt nicht, die Materie bestehe aus unendlich

vielen

vielen Theilen, weil man bey dieser Behauptung schon wirklich einfache Theile annimmt.

§. 10.

Die Wirkung eines jeden Theilchens vermittelst der zurückstoßenden Kraft wird von der Wirkung eines jeden andern Theilchen, wenn jenes begrenzt seyn soll, aufgehalten, sie erstreckt sich also nicht unmittelbar durch die Materie selbst auf eine andere Materie. Aus eben diesem Grunde wird sie auch auf einmahl von einem unendlich kleinen Theile der Materie hervorgebracht, das heißt, es läßt sich kein Theilchen angeben, welches mit seiner ganzen zurückstoßenden Kraft zugleich auf ein anderes wirkte, wie aus §. 9. erhellt. Die Stärke der zurückstoßenden Kraft, oder ihre intensive Größe, läßt sich von unendlich verschiedenen Graden denken, nachdem die Materie einer andern dadurch auf einmahl eine größere oder geringere Bewegung entgegen setzt. Eben deßwegen kann man sich auch immer eine noch größere zurückstoßende Kraft, als die einer gegebenen Materie vorstellen, gegen welche die letztere ihren vorigen Raum nicht ganz erfüllen könnte, von der sie folglich zusammengedrückt würde. Die Größe der ursprünglichen Kraft einer Materie bleibt immer sich selbst gleich, ihre Wirkung auf eine andere Materie

muß

muß sich also umgekehrt, wie das verhalten, was von ihr zur Wirkung schon ist verwendet worden, also umgekehrt, wie der Raum, welchen sie nach dem Zusammendrücken erfüllt. In einem unendlich kleinen Raume würde die zurückstoßende Kraft unendlich groß werden, das heißt, die Materie kann ihren Raum durch das Zusammendrücken nicht ganz verliehren, sie ist undurchdringlich.

Die Größe der zurückstoßenden Kraft, welche ganz auf andere Materie wirkt, läßt sich nur durch einen Punct mathematisch darstellen, welcher eine Sphäre umher durch seine Kraft erfüllt, Diese Sphäre wächst und nimmt ab nach allen Seiten, so wie die Materie sich ausdehnt, oder zusammen zieht, die Größe der Kraft steht im umgekehrten Verhältnisse mit diesen Sphären, oder mit den Würfeln ihrer Durchmesser. Aber der vorige §. zeigt, daß diese Sphären nur erdichtet sind. Daher haben die meisten Naturforscher zur Erleichterung der mathematischen Construction eine Materie angenommen, die sich durchaus nicht zusammendrücken läßt, absolut undurchdringlich ist, und nur scheinbar zusammengedrückt wird, wenn sie in die ausgestreuten leeren Räume dringt. Man muß indessen erwägen, daß jede unendliche Theilbarkeit nicht darzustellen, und in sofern unbegreiflich ist. Es

ist

ist eben so schwer, sich vorzustellen, daß man in zwey concentrischen Kreisen gleich viel Puncte annehmen müsse, als daß in zwey gleichen Räumen eine ungleiche Menge von Materie ohne leere Räume vorhanden seyn könne. So wenig der Geometer jenes Umstandes wegen, eine Hypothese über den Raum nöthig findet, so wenig bedürfen wir der Hypothese von der absoluten Undurchdringlichkeit der Materie.

§. 11.

Die Materie würde sich, vermöge ihrer ausdehnenden Kraft ohne Aufhören verbreiten, sie würde dadurch zu einem so geringen Grade der Stärke gelangen, daß man überall nur unendlich wenig widerstehende Materie antreffen könnte. Denn durch den Raum selbst kann sie nicht eingeschränkt werden, auch nicht durch andere Materie, weil diese wiederum zu ihrer Einschränkung anderer Marerie bedürfte und so fort, daß man doch zuletzt annehmen müßte, die Materie sey von den Grenzen des unendlich großen Raumes eingeschränkt, welches sich selbst widerspricht. Die Möglichkeit der Materie erfodert also noch eine andere Kraft, wodurch sie sich einander zu nähern strebt, oder eine anziehende Kraft. Sie allein macht noch keine Materie möglich, weil man sonst annehmen müßte, die Materie

nähere sich einander unaufhörlich und komme in einem Puncte zusammen, sie läßt sich also nur unter der Voraussetzung einer ursprünglich ausdehnenden Kraft erweisen. Ihre Größe steht mit der Größe der letztern in einem geraden Verhältnisse, weil ein stärkerer Grad von dieser, auch eine stärkere Anziehungskraft erfodert, wenn die Materie sich nicht unendlich verbreiten soll. Ihre Wirkung kann nicht von anderer Materie, auch nicht von bloßem Raume aufgehalten werden, sie erstreckt sich daher durch alle Materie in den unendlichen Raum. Daher zieht alle Materie in einem gewissen Raume eine andere auf einmahl mit ihrer ganzen Kraft an, und weil alle Materie in Rücksicht auf ihre Grundkräfte einerley ist, so wird sich die Größe der Kraft, womit jene Materie eine andere anzieht, wie die Menge der Materie verhalten. Die Materien ziehen sich auch alle einander wechselseitig an, da jede Materie anziehende Kraft besitzt. Um die Stärke dieser Kraft darzustellen denke man sich einen Punct welcher mit ihr eine unendlich große Sphäre, deren Mittelpunct er ist, einnimmt. Als eine ursprüngliche Kraft bleibt sie in dieser ganzen Sphäre sich selbst gleich, denkt man sich also um den ziehenden Punct lauter concentrische Kugelflächen, so ist seine Wirkung auf alle ähnlichen Stücke dieser Kugelflächen dieselbe.

selbe. Aber die Größen dieser ähnlichen Stücke verhalten sich wie die Quadrate der zugehörigen Halbmesser, oder der Entfernungen vom ziehenden Puncte, woraus leicht folgt, daß sich auf gleiche Stücke jener Flächen die Wirkung verkehrt wie die Quadrate ihrer Entfernungen vom ziehenden Puncte verhalten werde. Um dieses auf andere Räume als Kugelflächen zu erweitern, muß man Ebenen als unendlich kleine Stücke von Kugelflächen ansehen, und die (geometrischen) Körper wie aus Ebenen zusammengesetzt betrachten.

Daß hier ein anderes Gesetz als §. 10. herauskommt, rührt daher, weil dort die Sphäre erdichtet ist, und bey jeder Erweiterung und Zusammenziehung ganz verändert wird, hier aber die Sphäre wirklich und unveränderlich ist, daher man bloß Grenzen innerhalb derselben betrachten kann.

§. 12.

Ein Körper in physischer Bedeutung ist Materie zwischen bestimmten Grenzen, der Raum zwischen diesen Grenzen seiner Größe nach betrachtet, heißt der Raumesinhalt, das Volumen, der Grad der zurückstoßenden Kraft, womit er den Raum erfüllt, seine Dichtheit. Durch die beyden Grundkräfte sind allein

Körper möglich, auch läßt sich die Verschiedenheit derselben aus ihnen einsehen. Denn es kann Körper geben, welche mit einem großen Grade der zurückstoßenden Kraft einen kleinen Raum einnehmen, weil dann die stärkere Anziehungskraft die Begrenzung möglich macht, es kann wiederum Körper geben, die mit einem äußerst geringen Grade der Ausdehnungskraft einen beträchtlichen Raum einnehmen, weil dann die anziehende Kraft verhältnißmäßig geringer ist. Aber welche Verschiedenheiten in der Natur vorkommen werden, kann allein die Erfahrung lehren.

Anmerk. z. Dynamik. Wir setzen durch die Materie etwas Reales, auf unsere Empfindung wirkendes, im Raume, schreiben ihm also eine Ursache der Veränderung, eine Kraft zu, welche hier nur eine bewegende Kraft seyn kann. Wegen der intensiven Größe derselben, ließ sich die Materie noch in einem Puncte betrachten. In der geraden Linie zwischen zwey Puncten sind nur zwey bewegende Kräfte, zur Annäherung und Entfernung möglich, von welchen hier auch geredet ist. Uebrigens bediente sich Newton einer anziehenden und zurückstoßenden Kraft zur Erklärung der Natur-

Naturerscheinungen, zuerst vorzüglich der ersten, da er die andere nur zwischen verschiedenen Körpern, z. B. dem Lichte und andern Körpern annahm. Kant hat beyde als ursprüngliche, aller Materie nothwendig eigene Kräfte dargethan.

Dritter Abschnitt.

Von der Mittheilung der Bewegung. Mechanik.

§. 13.

Wir haben in diesem Abschnitte das Verhalten der Bewegung eines Körpers zur Bewegung eines andern zu betrachten. Ohne Grundkräfte würde die Bewegung eines Körpers auf den andern keinen Einfluß haben, vermöge derselben treibt ein Körper den andern in seiner Bewegung fort. Die Wirkung eines Körpers auf den andern in seiner Bewegung vermittelst der zurückstoßenden Kraft nennen wir Stoß, vermittelst der anziehenden Kraft, Zug. Wir sagen daher, ein Körper theile den andern seine

seine Bewegung mit, wir legen ihm in dieser Bedeutung bewegende Kraft bey.

§. 14.

Die Menge der Materie ist die Menge des Beweglichen (§. 3.) in einem bestimmten Raum. Betrachtet man einen Körper, so fern alle Theile desselben zugleich bewegende Kräfte auf einen andern ausüben, so heißt er eine Masse. In der Mechanik verstehen wir unter Größe der Bewegung, die Größe einer Bewegung, so fern der Körper die letztere mittheilt, oder die Größe der Wirkung in seiner Bewegung auf andere Körper, welche nicht allein von seiner Masse, sondern auch von seiner Geschwindigkeit abhängt. Die Größe der Bewegung einer Masse M heiße Q, ihre Geschwindigkeit C, für eine andere Masse m bedeute q die Größe ihrer Bewegung, c die Geschwindigkeit und beyde vergleiche man mit der Größe einer Bewegung X, welche die Masse M bey einer Geschwindigkeit c hätte. Sind die Massen gleich, so verhalten sich die Größen der Bewegung wie die Geschwindigkeiten $Q : X = : C : c$, sind die Geschwindigkeiten gleich, so verhalten sie sich wie die Massen, oder $X : q = M : m$, woraus $Q : q = MC : mc$ folgt, oder $q = mc$ in der Bedeutung wie §. 5. Man sieht also hier

Masse

Masse und Geschwindigkeit als gleichartig an, indem man sie zu einer Größe verbindet. Wirklich kann man auch dadurch, daß man nach Belieben die Bewegung der Materie oder dem Raume beylegen darf (§. 8.) Masse in Geschwindigkeit und umgekehrt verwandeln, man kann auch hier die Masse, wie in einem Puncte versammlet, darstellen.

Die Wirkung einer bewegenden Kraft ist der Raum durch welchen sie einen bestimmten Körper in einer bestimmten Zeit treiben oder die Geschwindigkeit, welche sie ihm geben kann, dieses ist nämlich die Wirkung durch den bewegten Körper bestimmt, die Wirkung hingegen durch den bewegenden Körper bestimmt ist seine Größe der Bewegung. Da sich nun die Wirkungen wie das verhalten, wovon sie herrühren, so lassen sich Kräfte und Größen der Bewegung durch die erregten Geschwindigkeiten und durch Linien ausdrücken, auch wie §. 6. lehrt, verbinden und zerlegen. Da ferner die Masse hier noch in einem Punkte gedacht werden kann, so folgt aus eben demselben §. 6. Erst. Fall, der Satz: Gleiche und entgegengesetze Größen der Bewegung, so wie gleiche und entgegengesetzte bewegende Kräfte heben sich einander auf. Dauern die Bewegungen unter diesen Umständen fort, so sagen wir, die Kräfte sind im G l e i c h g e-

w i c h t e,

wichte, und eine übt auf die andere einen Druck aus.

Anmerk. Das Maaß der bewegenden Kraft oder die Größe der Wirkung durch den bewegenden Körper bestimmt, ist die Größe seiner Bewegung. Keine Kraft kann nämlich anders als durch eine Masse wirken, selbst die Schwere wirkt durch die Masse der Erde. Diejenigen, welche das Product aus der Masse in das Quadrat der Geschwindigkeit zum Maaße der Kräfte annahmen, sahen nicht darauf, das bey wirklichen Bewegungen nicht alle Kraft auf einmahl aufgehoben wird, der zurückgebliebene Theil also vermöge der Trägheit wiederhohlt wird. Ueber diesen Streit vom Maaße der Kräfte s. Litterar. Notizen in Kästners Höher. Mechan. III, 198. Karstens Lehrbegr. der ges. Mathem. 4 Th. 17ter Abschnitt.

§. 15.

Die Mengen der Materie kann man, wie aus dem vorigen §. erhellt, erfahren, wenn man die Größen der Bewegung oder die Wirkungen der bewegten Körper für eine bestimmte Zeit (oder für einen Augenblick) bey gleichen Geschwindigkeiten sucht. Sie verhalten sich nämlich dann, wie

wie die Massen, oder die Mengen der zugleich bewegten Materie. Es giebt auch wirklich kein anderes Maaß, die Mengen der Materien überhaupt zu schätzen. Denn phoronomisch betrachtet man nur die Größe der Geschwindigkeit und diese bleibt einerley, es mögen sich mehr oder weniger Puncte zugleich bewegen, dynamisch verbindet die unendliche Theilbarkeit der Materie, die Menge der Theile unmittelbar zu bestimmen, und die Größe des erfüllten Raumes kann nur bey gleichartigen Materien die Menge derselben anzeigen. (§. 12.)

§. 16.

Aus allen diesem lernt man folgendes Gesetz der Mechanik, oder das Gesetz der Selbständigkeit (lex subsistentiae) der Materie, einsehen: Bey allen Veränderungen der Materie bleibt die Quantität derselben im Ganzen einerley, unvermehrt und unvermindert. Die Metaphysik lehrt nämlich, daß bey allen Veränderungen in der Natur, weder Substanz entstehe, noch vergehe. Unter Substanz versteht man das Beharrliche überhaupt. Das Beharrliche im Raume ist nun die Materie, welche zwar zusammengedrückt, aber dadurch nie zum Verschwinden gebracht werden kann. Sie ist unendlich theilbar, wir können nie auf etwas einfaches

(als

(als nur durch eine mathematische Erdichtung) in derselben kommen, welches nach seiner Intension Vermehrung zu ließe, sie kann nur von außen vermehrt werden, folglich, wenn von Materie im Ganzen die Rede ist, nur durch Hinzukommen oder Entstehung einer Materie. Dieses ist nun aber aus metaphysischen Gründen unmöglich.

§. 17.

Weil wir in der Materie nie auf etwas einfaches kommen können, so hat sie auch keine bloß innere Bestimmungen, das heißt, solche welche sich bloß auf dieses einfache beziehen. Sie ist daher keiner andern Veränderung, als der äußere im Raume, oder der Bewegung fähig, und da jede Veränderung aus metaphysischen Gründen eine Ursache haben muß, so wird auch diese Ursache keine andere, als eine äußere seyn können. Hieraus folgt das Gesetz der Trägheit (lex inertiae): Ein jeder Körper beharrt in seinem Zustande der Ruhe und der Bewewung, in derselben Richtung und mit derselben Geschwindigkeit, wenn er nicht durch äußere Ursachen gezwungen wird, diesen Zustand zu verlassen. Was hier von Körpern gesagt ist gilt von allen begrenzten Räumen.

§. 18.

§. 18.

Wenn wir die Bewegung eines Körpers in Beziehung auf einen andern, welcher dadurch bewegt werden soll, betrachten, so nehmen wir keine Rücksicht auf den relativen Raum, worin sie sich befinden. Wir betrachten sie bloß im absoluten Raume, wo, wie die Metaphysik lehrt, alle äußere Wirkung, Wechselwirkung ist. Da nun alle Veränderung im Raume in Bewegung besteht, und die Wirkung des einen auf den andern nur durch Bewegung möglich ist, so läßt sich, nach dem erwähnten metaphysischen Gesetze, Bewegung eines Körpers in Beziehung auf einen andern im absoluten Raume ruhenden gar nicht denken, sondern man muß diesen ebenfalls Bewegung beylegen. Ruhet daher ein Körper, der Erfahrung zufolge, das heißt, ruhet er im relativen Raume, so muß man ihn nicht absolut ruhig, sondern mit dem relativen Raume zugleich gegen den andern Körper bewegt denken, wodurch in der Erfahrung nichts geändert wird. Es ist überhaupt die Veränderung durch Bewegung im absoluten Raume bloß wechselseitig, und man hat keinen Grund, dem einen von ihnen mehr Bewegung als dem andern beyzulegen. Hierauf beruhet das Gesetz der Gegenwirkung (lex antagonismi): Bey jeder Mitthei-

lung

lung der Bewegung sind Wirkung und Gegenwirkung einander jederzeit gleich.

Der Körper B Fig. 1. dessen Masse = M stoße an einem Körper in C, dessen Masse = m, welcher im relativen Raume ruhet, mit der Geschwindigkeit C = B C, in der Richtung B C. C A heiße x und B C sey bey A so getheilt, daß B A : C A = C — x : x = m : M. Man gebe nun dem Körper B die Bewegung B A im absoluten Raume, dem andern die Bewegung C A mit dem relativen Raume zugleich. Der gegebenen Proportion zu folge, heben sich die Größen der Bewegung als gleich und entgegengesetzt einander auf, und die Körper ruhen nach dem Stoße im absoluten Raume. Aber der relative Raum behält seine Bewegung C A (§. 17.) das heißt beyde Körper bewegen sich nach dem Stoße mit A C (§. 6). Die Gegenwirkung C A ist hier der Wirkung A C gleich. Aus der obigen Proportion $m : M = C - x : x$, folgt $m + M : M = C : x$ u. $x = \frac{MC}{M+m}$.

Bewegen sich beyde Körper gegen einander, und sind die Größen der Bewegung gleich, so erhellt das Gesetz von selbst, ist diese Größe bey einem Körper größer, so stelle man sich, nachdem die gleichen Größen der Bewegung einander aufgehoben haben, vor, der eine Körper ruhe, und werde

werde mit dem Ueberschusse der Größe der Bewegung von dem andern gestoßen, wo alles, wie vorher gilt. Die Geschwindigkeit des zweyten vor dem Stoße heiße c, so wird die Größe der Bewegung des ersten $= MC - mc$, seine Geschwindigkeit $= \frac{MC - mc}{M}$ folglich $m : M = \frac{MC - mc}{M} - x : x$, und $x = \frac{MC - mc}{M + m}$. Folgen die Körper einander und stoßen sich dann, so dürfte man nur statt des Ueberschusses, die Summe der Größen der Bewegungen setzen, woraus $x = \frac{MC + mc}{M + c}$ folgt. Also ist überhaupt $x = \frac{MC \pm mc}{M \pm m}$. Ruhet ein Körper, so ist seine Geschwindigkeit $= 0$, kann er durchaus nicht weichen, so darf man seine Masse unendlich groß setzen, wird x negativ, so bedeutet dieses seine Bewegung werde der Richtung von MC entgegengesetzt. Der Zug unterscheidet sich vom Stoße bloß in der Richtung.

§. 19.

Wir haben bisher die Masse nur in einem Puncte betrachtet, sehen wir aber auf das, was beym Stoße einer wirklichen Masse geschieht, so folgt, daß eine solche Masse keinen mit endlicher Ge-

Geschwindigkeit bewegten Körper einen Widerstand auf einmahl entgegen setzen könne, der der ganzen Kraft desselben gleich wäre. Denn der Widerstand durch zurückstoßende Kraft geschieht auf einmahl mit einer unendlich kleinen Menge der Materie (§. 10.) auch kann er nicht mit unendlich großer Geschwindigkeit geschehen, weil die Materie sich sonst mit einer solchen verbreiten würde. Es kann daher einem bewegten Körper in jedem Augenblicke nur unendlich wenig von seiner Bewegung entzogen werden, und man sieht das mechanische Gesetz der Stetigkeit leicht ein. An keinem Körper wird der Zustand der Ruhe oder der Bewegung, und an dieser der Geschwindigkeit oder der Richtung durch den Stoß in einem Augenblicke verändert, sondern nur in einer gewissen Zeit, durch eine unendliche Reihe von Zwischenzuständen, deren Unterschied von einander kleiner ist, als der des ersten und letzten.

§. 20.

Eine bewegende Kraft, welche unaufhörlich wirkt, erzeugt im bewegten Körper auch unaufhörlich neue Geschwindigkeiten, welche er (so fern sie nicht durch andere Körper aufgehoben werden), vermöge der Trägheit behält. Dadurch entsteht in ihm während einer gewissen Zeit

eine Geschwindigkeit, die man als die Summe der in jedem Augenblicke erzeugten Geschwindigkeiten betrachten darf. Wir nennen eine Kraft beschleunigend, so fern sie in einer Zeit in einem Körper Geschwindigkeit hervorbringen kann, und zwar gleichförmig beschleunigend, wenn die dadurch erzeugten Geschwinkeiten sich wie die Zeiten verhalten, worin sie erzeugt werden, veränderlich, wenn dieses Verhältniß auch für die kleinsten Zeiten nicht Statt findet. Eine Geschwindigkeit C werde durch die gleichförmig beschleunigende Kraft F in der Zeit T erzeugt, eben so c in t von f, und x in t von F, so ist bey gleichen Kräften $C : x = T : t$, und wenn die Zeiten gleich sind $x : c = F : f$, da man x und c als Wirkungen von F und f ansieht. Folglich $C : c = FT : ft$, wofür man auch $c = ft$ (wie §. 5.) setzt.

Ein Körper, oder ein Punct, durch eine beschleunigende Kraft getrieben, kann sich die kleinste Zeit hindurch nicht gleichförmig bewegen, da seine Geschwindigkeit sich unaufhörlich ändert, wie aus §. 5. erhellt. Wir nennen in diesem Falle seine Bewegung verändert, und zwar beschleunigt, wenn die Geschwindigkeit beständig wächst, vermindert, wenn sie beständig abnimmt. Zur Erleichterung der mathematischen Darstellung und Berechnung setzt man solche Be-

Bewegungen eine erdichtete Zeit $= dt$ hindurch, wo auch ein erdichteter Raum $= ds$ beschrieben wird, gleichförmig, also (§. 5.) $cdt = ds$ oder $c = \frac{ds}{dt}$, da man dann in der Rechnung dt, und ds jedes $= 0$ setzen oder wie ein Differential ansehen muß. Eben so, sagt man, eine veränderliche Kraft beschleunige eine erdichtete Zeit hindurch, wo sie auch eine erdichtete Geschwindigkeit $= dc$ erzeugt, gleichförmig, oder $dc = fdt$, und weil $c = \frac{ds}{dt}$, $cdc = fds$. Wäre ds der mit der erdichteten Geschwindigkeit beschriebene Raum, so hat man $dcdt = ds = fdt^2$.

Man kann auch die beschleunigende Kraft als eine solche erklären, welche auf ein jedes Theilchen des bewegten Körpers wirkt, weil die Geschwindigkeit eines Körpers mit der Geschwindigkeit eines jeden seiner Theile einerley ist. So lange die Zeiten gleich sind, oder die Trägheit nichts ändert, darf man wohl diese Kraft der durch sie erregten Geschwindigkeit proportional, oder statt mc (§. 14), mf setzen, so daß f jede beschleunigende Kraft bedeutet. Dieses ist bey dem Drucke der Fall, wo die Geschwindigkeit beständig aufgehoben wird, also durch die Trägheit nicht wachsen kann. Nennt man die Größe des Druckes p, so erhält man $p = mf$, daher

man

man in allen obigen Formeln $f = \frac{m}{p}$ setzen darf. Das Product $m\,f$ heißt in engerer Bedeutung die bewegende Kraft des Körpers, welchem m zugehört.

§. 21.

Die Bewegung in krummen Linien ist, wie die Geometrie lehrt, eine unaufhörliche Aenderung der Richtungen, kann also nicht vermöge der Trägheit fortgesetzt werden. Vielmehr würde ein Körper, welcher sich in einer krummen Linie bewegt, der Trägheit gemäß, nach der Tangente an den Punct, wo er sich befindet, fortgehen. Es muß also wenigstens noch eine Kraft vorhanden seyn, deren Richtung, die Richtung seiner ursprünglichen Bewegung beständig schneidet, damit ein System von Diagonalen (nach §. 7,) entstehe, welches sich einer krummen Linie unendlich nähern kann. Jeder Körper, welcher sich in einer krummen Linie bewegt, strebt unaufhörlich sich von ihr zu entfernen. Bestimmter nennt man das Bestreben, womit ein Körper sich in jedem Puncte der krummen Linie von seinem Mittelpuncte der Krümmung zu entfernen strebt, den Schwung oder gewöhnlicher die Schwungkraft (vis centrifuga); sie ist also bloß eine Folge seiner Bewegung. Eine Kraft, welche

ihn überdieß nach der Richtung der Tangente triebe, würde eine Tangentialkraft heißen, so wie eine andere der Schwungkraft gerade entgegengesetzte eine Normalkraft. Ist die Kraft, welche den Körper in die krumme Linie zurücktreibt (die sich in eine Tangential- und Normal Kraft zerlegen läßt) beständig nach einem Puncte, der nicht selbst in der krummen Linie liegt, gerichtet, so nennt man diese eine Centripetalkraft. Merkwürdig ist, daß ein Körper von seiner ersten Geschwindigkeit durch die Aenderung der Richtungen in einer krummen Linie nichts verliert, daher man die Geschwindigkeit durch Bogen, wie durch gerade Linien messen und ausdrücken darf.

Litter. Zus. Vergl. besonders Gehlers Wörterb. Art. Centralkräfte, Schwungkraft. Den letzten Satz beweiset Kästner höh. Mechan. II, 8. Zus. folg. Karsten Lehrbegr. d. ges. Math.

Allgemeine Anmerkung zur Naturwissenschaft.

Die Lehren dieser Wissenschaft sind größtentheils aus Kants metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft Riga 1787. genommen, nur ist das weggelassen worden, was allein auf Philosophie Bezug hat. Dem Philosophen liegt es ob, zu erweisen, daß diese Vorstellungsart die einzig richtige sey, hier kann man zufrieden seyn, wenn gezeigt ist, daß sie unter den bisher bekannten die vorzüglichste sey. Sie ändert in der bisher angenommenen Mechanik nichts, sie leitet nur die Grundlehren derselben, wie es scheint, tiefer und aus der Beschaffenheit unseres Vorstellungs-Vermögens her. Sie scheidet dabey sorgfältiger, als bisher geschehen ist, was Erfahrung lehrt, und nicht lehren kann, sie begegnet vorzüglich allen ausschweifenden Hypothesen, welche ohne gehörige Begründung der Naturwissenschaft nur zu leicht entstehen können. Uebrigens ist hier nur gezeigt worden, wie wir uns die Materie denken müssen, von der Anwendung auf die Erfahrung soll nun geredet werden. Ich habe in meinen Beyträgen zur Physik und Chemie erstes und drittes Stück manche Lehren dieser Wissenschaft weitläuftiger abgehandelt.

Grundriß der Physik.

Einleitung.

§. 22.

Die Physik ist die Lehre von den Bewegungs-Gesetzen der Materie, in so fern sie aus der Erfahrung abgeleitet werden. Die Physik setzt die allgemeine Naturwissenschaft voraus, und alle Erscheinungen, wovon in ihr gehandelt wird, müssen sich so denken lassen, als ob sie von den Sätzen der allgemeinen Naturwissenschaft könnten hergeleitet werden. Sie besteht also bloß aus Theorie, die Thatsachen nimmt man aus der Naturgeschichte und Naturbeschreibung, prüft sie aber hier, und bringt sie wenn es möglich ist, auf ein Gesetz zurück, da die systematische Einheit der Zweck einer jeden Theorie seyn muß.

Me-

Meteorologie, physische Geographie und Astronomie, ein Theil der Chemie gehören offenbar zur Naturbeschreibung. Der Organismus, so fern er nicht aus bloßen Bewegungs-Gesetzen erklärbar ist, und eine Zweckmäßigkeit der Natur voraussetzt, kann nicht in der Physik, sondern muß in der Physiologie untersucht werden. Ohne Mathematik ist keine gründliche Physik möglich, aber darum ist Physik noch nicht angewandte Mathematik. Die letztere begreift bloß mathematische Folgerungen aus irgend einem Naturgesetze, oder Auflösungen mathematischer Aufgaben, wobey irgend ein Naturgesetz unter besondern Umständen zum Grunde gelegt wird, und ist daher keine besondere Lehre, sondern eine Sammlung von Lehren zu besondern Zwecken.

§. 23.

Die Anwendung der Phoronomie auf die Erfahrung ist leicht zu rechtfertigen, wie aus §. 6. und §. 4. erhellt, nur muß der Gegenstand, von dem die Rede ist, gegeben seyn. Bey der Anwendung der Mechanik sind die Körper ebenfalls gegeben, wir suchen bloß das Verhalten ihrer Bewegungen. Die Erfahrung lehrt uns durchaus nicht, was bey der Mittheilung der Bewegung vorgehen, die Sätze §. 18. von der

Gegen-

Gegenwirkung, vom Stoße und Zuge werden höchst selten durch die Erfahrung gerade zu bestätigt, so wenig wie die Sätze §. 14, worauf sich jene gründen, die Gesetze der Trägheit, der Selbständigkeit, der Stetigkeit lassen sich auf keine Weise durch irgend eine Erfahrung darthun. Sogar von Kraft, und der ihr proportionirten Wirkung sagt uns die Erfahrung nichts. Es ließe sich also wohl der Versuch machen, alles dieses danach zu bestimmen, wie es gedacht werden kann. Diese Bestimmung muß, wenn man nicht dichten will, so geschehen, daß man angiebt, wie das Verhalten der Bewegungen gedacht werden müsse, und da nun das Verhalten der Bewegung in der Erfahrung immer durch einen Begriff angegeben wird, so erhellt, daß in diesem Begriffe schon die Bedingungen liegen müssen, unter welchen es zu denken ist. Aus einem solchen Begriffe kann man nun so viel von den besondern Umständen weglassen als man will, und man muß dadurch auf jene Bedingungen zuletzt kommen. Das heißt kurz, wir schreiben der Erfahrung durch die Mechanik Gesetze vor, und sehen alle Abweichungen von ihnen als zufällige Hindernisse an. Dieses ist der Character der neuern Mechanik seit Newton gewesen. Jenes, Gesetze vorschreiben, ist nur dann zu mißbilligen, wenn sie nicht aus unserer Vorstellungs-

art

art vom Raume, und dem Begriffe der Materie als bloßem Gegenstande im Raume folgen.

Setzen wir aber, nach der Dynamik, eine anziehende oder zurückstoßende Kraft in der Erfahrung, so setzen wir nicht bloß einen Begriff, sondern den Körper mit ihnen und durch sie selbst. Die Physik, welche nur gegebene Erscheinungen abhandeln soll, kann solche Voraussetzungen nicht aufnehmen. Anziehende und zurückstoßende Kraft müssen als ursprüngliche Kräfte aus der Physik durchaus verbannt seyn. Die Dynamik dient bloß, um die Möglichkeit der Mechanik zu begründen, und um überflüßige Voraussetzungen abzuhalten.

§. 24.

Unsere Kenntniß der Erscheinungen ist indessen zu beschränkt, als das wir ein System errichten könnten, ohne Erscheinungen vorauszusetzen, die nicht gegeben sind. Solche Voraussetzungen heißen Hypothesen. Allein, was man dadurch annimmt, muß möglicher Weise in der Erfahrung vorkommen können, sonst ist die Hypothese nicht zuläßig. Um eine Hypothese zu prüfen, setze man also, dasjenige, was man hypothetisch annimt, sey wirklich gegeben, und untersuche nun, ob man zu erkennen vermöge, daß es dieses wirklich sey. Hieraus folgt, daß man

man die ursprüngliche Kräfte nicht einmal in Hypothesen gebrauchen dürfe, denn wodurch wollte man wohl erkennen, daß etwas die unmittelbare Folge einer ursprünglichen Kraft und nicht durch unendlich viele Mittelglieder auf sie zurückzuführen sey? Es sind daher auch alle teleologischen Sätze, wie z. B. der Satz von der kleinsten Wirkung, der Erhaltung lebendiger Kräfte u. s. w. auf keine Weise als Hypothesen zulässig. Sie folgen nicht, aus unserer Vorstellungsart vom Raume und der Materie überhaupt, sie können an und für sich nie als durchaus wahr erkannt werden, denn gesetzt, der Satz treffe bey allen bekannten Erscheinungen ein, was bürgt für die unbekannten?

Aber die Physik ist Lehre von Bewegungs-Gesetzen. Eine jede Bewegung läßt sich zuletzt auf eine Bewegung zwischen zwey Puncten in einer geraden Linie zurückführen, und in dieser Linie ist nur Annäherung und Entfernung möglich. Zur Berechnung der Erscheinungen, oder die Bewegungs-Gesetze zu finden, das heißt den letzten Zweck der Physik zu erreichen, ist es nothwendig, alles auf Annäherung und Entfernung, und da beydes eine Ursache haben muß, auf anziehende und zurückstoßende Kräfte zu bringen. Diese Kräfte sind nicht ursprüngliche Kräfte, sie sind nicht hypothetische Kräfte, sie sind bloße For-

Formeln, und die Gesetze, wonach sie bewegen, müssen insgesammt aus der Erfahrung genommen werden. In dieser Bedeutung werde ich mich nun in der Folge jener Ausdrücke immer bedienen.

§. 25.

Der Physik werden die Beschreibungen der Erscheinungen aus anderen Lehren geliefert, sie untersucht bloß das Verhalten derselben in Rücksicht auf Bewegung. Wir untersuchen folglich, 1) das Verhalten der Theile zu einander als Theile eines Ganzen, oder die Schwere, 2) das Verhalten der Theile zu einander, als Theile eines Körpers, oder der Zusammenhang und die Form, 3) das Verhalten der Körper zu einander, welches nach der Verschiedenheit der Körper wiederum verschieden ist.

§. 26.

Die Physik erfordert zu ihrer Erlernung und Ausbildung verschiedene Hülfsmittel, als: 1) Physikalische Kunst, oder Kenntniß der Mittel durch Versuche die Ursachen der Erscheinungen zu erforschen, 2) Litteratur der Physik, 3) Geschichte der Physik. Die erste, da sie zum Theil bloß angewandte Mathematik, zum Theil Darstellung der Sachen selbst erfodert, kann hier nur

kurz

kurz vorgetragen werden; was sich von der letztern in der Kürze sagen ließe, ist zu unbedeutend, um einen Platz zu verdienen; aus der Litteratur sollen die wichtigsten Schriften über einzelne Gegenstände bey der Abhandlung derselben, diejenigen, welche die Physik überhaupt betreffen, hier unten angezeigt werden.

Isaac Newtoni Philosophiae naturalis principia mathematica Lond. 1687. 4. perpet. comment. illustr. stud. P. P. Jaquier, le Seur, et Calandrini. Genev. 1739. T. I — III. 4.

Course of experimental Philosophy by J. T. Desaguliers Lond. 1717. 4. 1745. 4. V. I II.

Physices elementa mathematica experim. confirm. aut. G. J. S. Gravesande Leid. 1719. 4. 1742. 4. T. I. II.

C. Wolffs nützliche Versuche zu genauer Kenntniß der Natur und Kunst. Halle 1721—23. 8. 1—3 Thl.

Petr. v. Musschenbroek Elementa Physices Lugd. Bat. 1734. 8. Ejusd. Introductio ad Philosophiam naturalem L. B. 1762. 4. T. I. II.

Leçons de Physique experimentale par l'Abbé Nollet à Par. 1743. 12. T. VI. übs. Erfurt 1749—64. 6 Thle. 8. Desselb. L'Art des

des experiences Par. 1770. 12. T. III. übs. Leipz. 1771. 8. 3 Thl.

J. A. Segners Einleit. in die Naturlehre Götting. 1746. 1770. 8.

Lettres à une Princesse d'Allemagne sur divers sujets de Physique et de Philosophie à Mitau 1770—74. (v. Leonh. Euler). Nouvelle Edit. avec des additions par Le Marquis de Condorcet et de la Croix à Par. 1787—88. 2 T. übs. mit Anm. Zus. v. Fr. Kries. Leipz. 1792—93. 2 B.

Anfangsgründe der Naturlehre v. J. P. Erxleben. Mit Verbess. und vielen Zusätzen v. G. C. Lichtenberg. Gött. 1794. die 6te Aufl. Die erste erschien 1772.

Anfangsgründe der Naturlehre v. W. J. G. Karsten. 2te Aufl. mit Anm. von Fr. A. C. Gren. Halle 1790. 8. Dess. Anleit. zur gemeinnützigen Kenntniß der Natur. Halle 1783. 8.

G. S. Klügels Anfangsgründe der Naturlehre (aus dessen Encyclopädie). Berl. und Stett. 1792. 8.

Grundriß der Naturlehre zum Gebr. acad. Vorlesungen v. F. A. C. Gren. Halle 1788. 8. Dieselbe in seinem mathematischen und chemischen Theile neu bearbeitet. Halle 1793. 8.

Mich.

Mich. Hube. Vollständiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. In einer Reihe von Briefen an einen jungen Herrn von Stande. Leipz. 1793. 3 Bde.

Traité elementaire ou Principes de Physique par Mr. Brisson. Par. 1789. 3 Vol.

A. W. Hauch'es Anfangsgründe der Naturlehre unter eigner Durchsicht des Verf. aus den Dänischen übersetzt v. J. C. Tode. Kopenh. u. Leipz. 1795.

J. C. Yelin Lehrbuch der Naturlehre zu Vorlesungen bestimmt. Ansbach. 1796. Erster Band.

Physikalisches Wörterbuch von J. S. T. Gehler. Leipz. 1787—95. 5 Bde.

Ferner sind zu merken, die Schriften gelehrter Gesellschaften als: Der königlich. Societät zu London unter dem Titel Philosophical Transactions seit 1665, der königl. Akademie zu Paris, Memoires de l'Academis roy. d. Sciences 1702, die Memoires de l'Academ. d. Scienc. d. Berlin 1746—1771. Nouveaux Mem. seit 1770. Commentar. Academ. Scientiar. imper. Petropolitanae 1726—1752. Novi Commentarii 1750—76. Acta Ac. i. P. 1778—82. Nova Acta seit 1787. Acta Societ. reg. scient. Upsaliensis 1744—51. Nova Acta seit 1773. Konglike Vetenskaps Academiens Handlinger.

Stockh.

Stockh. 1740—1781. übs. v. 3ten Bande durch A. G. Kästner. Nya K. V. A H. seit 1780 bis zum eilften größtentheils von Kästner übersetzt. Skrifter som uti det Kiobenhavnske Selsk etc. Kiobnh. 1745—1779. Nye Sammling of det danske Videnskaper Selskabs Skrift. Kiöbnh. seit 1781. Commentarii Societ. reg. Scient. Gottingensis 1752—1755. Comm. novi 1769—1777. Commentationes S. v. S. G. seit 1779. Beschäftigungen der Berlin. Gesellsch. naturforschender Freunde 1775. II Bde. der Gesellsch. nat. Fr. z. Berl. neue Schrift. 1795 4. Erst. Band. Die übrigen sollen an den gehörigen Orten genannt werden.

Hamburgisches Magazin 1747—63. Neues Hamb. Magaz. seit 1767.

Observat. et Memoir. sur la Physiq. ou Journal. de Physique par l'Abbe Rozier Par. seit 1773. zuletzt von La Melherie fortges.

Biblioteca fisica di Europa de L. Brugnatelli Par. fortges.

Göttingisch. Magaz. der Wissensch. u. Litterat. herausg. v. G. C. Lichtenberg u. G. Forster Gött. seit 1780.

Magazin für neueste aus der Physik und Naturlehre von L. C. Lichtenberg. Gotha

tha seit 1781. und seit 1786. von Voigt fortgesetzt.

Leipziger Magazin zur Naturkunde, Mathematik und Oekonomie herausg. von Funk, Leske und Hindenburg 1781. Seit 1786. getrennt unter den Titeln Leipz. Magazin zur Naturkunde und Oekonomie herausg. von Leske gehört wenig hieher und Leipz. Magazin der reinen und angewandten Mathematik; jetzt Archiv der reinen und angew. Math. seit 1794.

Journal der Physik herausg. von J. A. C. Gren. Halle 1790—94. 8 Bände. Neues Journal der Physik herausg. v. F. A. C. Gren. Leipz. seit 1795.

Für angewandte Mathematik.

Karstens Lehrbegriff der gesammten Mathematik. Greifswalde. 1767—77. 8 Theile.

Kästners Anfangsgründe der angewandten Mathematik. Göttingen 1792. 4te Aufl.

Büsch Versuch einer Mathematik zum Nutzen und Vergnügen. Hamburg 1790. 3te Auflage.

Grundriß der reinen und angewandten Mathematik von J. F. Lorenz. Helmst. 1792. 2 Theile.

Burja's Grundlehre der Dynamik Berlin 1791. Dessen Grundlehren der Hydraulik. das. 1792. Dessen Anl. zur Optik, Katoptrik. Dioptrik. das. 1793.

Meinerts Lehrbuch der angew. Mathematik. Halle 1795.

Endlich

Beschreibung und Geschichte der neuesten und vorzüglichsten Instrumente v. J. G. Geißler. Leipzig 1794. jetzt 5 Theile.

Erster

Erster Abschnitt.

Von der Schwere.

§. 27.

Wir bemerken, daß alle Körper, welche sich als solche durch eine merkliche Gegenwirkung zeigen, wenn sie von der Oberfläche der Erde entfernt werden, und ihnen kein Hinderniß im Wege ist, sich gegen diese Oberfläche bewegen, ohne daß wir eine besondere Materie wahrnehmen, welche sie dahin stoßt. Diese Bewegung nennen wir den Fall, wird sie aufgehalten, so übt der Körper dadurch unaufhörlich und an allen Orten einen Druck aus. Die Größe dieses Druckes heißt sein Gewicht, sie bleibt bey demselben Körper, äußere Umstände, z. B. Luft, bey Seite gesetzt, dieselbe, seine Gestalt mag noch so sehr verändert werden. Die Ursache des Falles und des Gewichts heißt die Schwere. Sie ist eine anziehende Kraft (§. 24.) und aus den angeführten Erfahrungen läßt sich vermuthen, daß alle Materie schwer sey. Die Körper

werden

werden von der Erde angezogen, und man darf annehmen, daß sie die Erde wiederum, auch sich einander ziehen, nur wird die erstere ihren Ort nicht ändern, und der letzteren Zug nicht merklich werden, wenn die Masse der Erde zu groß gegen die Masse der drückenden und fallenden Körper ist. (§. 18.) Denn mehr Materie muß mehr ziehen als weniger, weil alle Materie schwer ist, ungeachtet daraus noch nicht folgt, daß sich die Größe dieser Kraft wie die Menge der ziehenden Materie verhalte.

§. 28.

Ist alle und jede Materie gleich schwer, so wird in der Geschwindigkeit eines fallenden Körpers nichts geändert, es mag mehr oder weniger Materie zugleich anfangen zu fallen, weil dann der eine Theil so schnell als der andere gezogen wird. Nur die Aenderung der Entfernung von der Erde, oder eine Aenderung der letztern, als der schwermachenden Ursache könnte hierin Verschiedenheiten machen. Eine nicht schwere, eine weniger schwere, oder absolut leichte (ein Bestreben sich von der Erde zu entfernen äußernde) Materie würde aber vermöge der Gegenwirkung den Fall verzögern. Versuche haben das Daseyn solcher Materien nicht erwiesen. Die Schwere wirkt beständig, sie ist eine be-

schleunigende Kraft, §. 20. und die Bewegung des Falles beschleunigt. Wenn der Unterschied der Entfernungen von der Erde nicht sehr groß ist, so bemerkt man auch keinen Unterschied in dem Gewichte und dem Falle eines Körpers in diesen verschiedenen Entfernungen, man darf also die Schwere ohne merklichen Fehler als eine gleichförmig beschleinigende Kraft unter diesen Umständen ansehen. Hieraus folgt (s. Zusatz), daß die Räume, welche ein Körper durchfällt, sich wie die Quadrate der Zeiten verhalten, worinn sie beschrieben werden, womit Beobachtungen übereinstimmen. Versuche mit dem Pendul zeigen, daß alle Körper in der ersten Secunde durch 15,624 rheinl. oder 15,09568 Par. Fuß falle, nämlich ohngefähr in unsern Breiten, und für eine Schwere = 1 denn unter dem Aequator ist diese Höhe = 15,0515. Par. Fuß.

Math. Zusatz. Es sey c die Geschwindigkeit, womit ein Körper in der Zeit t den Raum s durchfällt, so verhält sich aus §. 20, c wie ft, oder wenn man die Schwere f = 1 setzt, c wie t. In der erdichteten Zeit dt, wo wie der erdichtete Raum ds durchfallen wird, sey die Bewegung gleichförmig, oder (§. 5.) $ds = cdt = tdt$, und integrirt $s = \frac{t^2}{2}$, weil $s = 0$ für

t=0,

$t = 0$, die Räume verhalten sich also wie die Quadrate der Zeiten oder Geschwindigkeiten. Für die Zeit 1 sey der Raum g, also $s : g = \frac{t^2}{2} : \frac{1}{2}$ oder $s = g t^2$ Weil c sich verhält wie t, so erhält man aus $s = \frac{t^2}{2}$, $s = \frac{ct}{2} = g t^2$ und $c = 2 g t = 2 \sqrt{(sg)}$, $s = \frac{c^2}{4g}$.

Man vergleicht mit der Schwere jede andere beschleunigende Kraft. Eine solche heiße f, die Geschwindigkeit u, welche sie in der Zeit t hervorbringe, so folgt aus §. 20, $1 : f = c : u$, Wenn f gleichförmig wirkt, und $u = fc = 2 g f t$, woraus für f veränderlich $du = 2 g f dt$. wird, welches mit dem dortigen übereinstimmt, da 2 g unveränderlich ist. Was s für c war, sey v für u, nämlich die Geschwindigkeit u könne auch durch den Fall von der Höhe v entstehen, also $v = \frac{u^2}{4g}$, $dv = \frac{2 u du}{4g} = u f dt$ und wenn $u dt = dx$, $dv = f dx$. Diese Formeln gehören zu den Grundformeln der Mechanik überhaupt.

Lit. Zus. Das hier angegebene Gesetz ist von Galilei entdeckt und durch Versuche über den Fall auf der schiefen Ebene bestätigt worden. S. Opere di Galileo Galilei Firenze 1718.

T. II. p. 479. vergl. Kästners höher. Mechan. I. 46 folg. Die Höhe des Falls in der ersten Secunde berechnet Kästner a. a. O. II, 45. desselben weitere Ausführung der mathematischen Geographie IV Cap. 7. Nach Newtons Versuchen (Princ. Phil. L. 3. Pr. VI.) sind die Fallhöhen für sehr verschiedene Substanzen, Gold, Silber, Bley, Glas, Sand, Kochsalz, Holz, Wasser, Weitzen in der ersten Secunde einerley. Dieses ist nach ihm ebenfalls beobachtet worden. Die Behauptung, daß es absolut leichte, oder negativ schwere Körper gebe, hat einen Streit verursacht, der aber besonders das Gesetz der Gegenwirkung betraf. S. Grens Journal der Physik I, 205, 357, 371; II, 198; V, 49, 247, 257, 266; VI, 222. C. F. Hindenburg Progr. quo ostenditur calorem et phlogiston nonesse materias absolute leves. Lips. 1790. Gehlers Wörterbuch 5 B. an vielen Orten. Ich habe einige Bemerkungen über absolut leichte Körper in den Anmerkungen zu Lavoisier's physische und chemische Schrift. V, 211, Beytr. z. Physik u. Chem. 2s St. S. 20. gemacht.

§. 29.

Aus dem Satze, daß alle Materie gleich schwer sey, folgt, daß die Schwere als beschleunigende Kraft, in geraden Verhältniße mit der

Menge

Menge der Materie wachsen werde, wodurch sie hervorgebracht wird. Es läßt sich also noch weiter vermuthen, daß die Planeten gegen die Sonne, die Nebenplaneten gegen ihre Hauptplaneten ebenfalls schwer seyn müssen, da die Verschiedenheit der Materie hierin keinen Unterschied macht. Noch mehr wird dieses bestärkt, wenn wir erwägen, daß die Planeten sich um die Sonne, die Nebenplaneten um ihre Haugtplaneten in krummen Linien bewegen, wo nothwendig wenigstens eine Centripetalkraft vorhanden seyn muß, welche den bewegten Körper von seiner Richtung nach der Tangente ablenkt (§. 21.) Diese krummen Linien sind Ellipsen, in deren einem Brennpuncte der Körper liegt, um den eine jede beschrieben wird, wie astronomische Beobachtungen lehren. Newton hat gezeigt, daß in diesem Falle sich die Centripetalkraft verkehrt wie das Quadrat der Entfernung des bewegten Körpers von dem Körper in Brennpuncte seiner elliptischen Laufbahn verhalten müsse. Sofern diese Centripetalkraft mit der Schwere auf unserer Erde einerley ist, wie wir der Einheit des Systems wegen annehmen müssen, folgt die ziehende Kraft der Schwere demselben Gesetze, welches wir oben §. 11. für die ursprüngliche anziehende Kraft dargethan haben.

Litt. Zusatz. Das erste Buch von Newtons Princ. Philosoph. enthält die hieher gehörigen Sätze, s. auch Kästners höh. Mechan. I, 239. Weitläuftigern Unterricht muß man in den Lehbüchern der Astronomie suchen. Ich nenne nur Astronomie par Ierome le Français La Lande. Par. 1793. 4. 3 T.

§. 30.

Ehe wir weiter gehen, sind folgende Ausdrücke zu erklären. Eine Ebene, welche die krumme Oberfläche der Erde in einem Puncte berührt, heißt der Horizont für diesen Punct. Ebenen, welche mit ihr parallel gehen, Horozontalflächen, Linien, welche darauf senkrecht sind, bleyrechte, lothrechte, verticale Linien. Wir folgern nach den vorigen §. §. weiter.

1. Ein Körper über der Oberfläche der Erde ist gegen alle Puncte der letztern schwer. Aus allen diesen Bewegungen entsteht eine mittlere, welche beynahe auf den Horizont senkrecht seyn wird. Die Erfahrung stimmt hiemit überein, und lehrt, daß die Richtung des Falles (oder die Richtung der Schwere) auf die Oberfläche des stillstehenden Wassers, welche man ohne merkliche Fehler für horizontal ansehen darf, senkrecht sey. Wäre die Erde eine Kugel, so gingen die

die Richtungen der Schwere verlängert durch ihren Mittelpunct, auf dem Erdsphäroid ist dieses nur unter den Polen und dem Aequator der Fall. In nicht großen Entfernungen sind diese Richtungen einander parallel.

2. An einem und demselben Orte muß diese Richtung beständig dieselbe seyn. Beobachtungen lehren dieses ebenfalls.

3. Ist die Masse der Erde gegen die Masse der schweren Körper zu groß, so kann das Bestreben dieser letztern zu einander nicht sehr merklich seyn, wie wir täglich erfahren. Von einem großen Berge läßt sich aber erwarten, daß die Richtung der Schwere gegen ihn, um einen, wenigstens geringen Winkel von der lothrechten Linie abweiche, welches auch Beobachtungen gezeigt haben.

4. Da die Schwere mit der Zunahme der Entfernung von der Erde abnimmt, so müssen Körper auf hohen Bergen nicht so schwer, als auf Ebenen und in Thälern seyn. Wird ebenfalls durch die Erfahrung bestätigt.

5. Die Erde drehet sich um ihre Axe, es entstehet daher in allen zu ihr gehörenden Körpern ein Schwung, oder ein Bestreben sich von dieser Axe zu entfernen, welcher der Schwere entgegen wirkt, und zwar unter dem Aequator in einer gerade entgegengesetzten Richtung, die

aber

aber gegen die Pole zu von der Richtung der Schwere in einem immer größern Winkel geschnitten wird. Die Schwere muß daher gegen den Aequator zu immer geringer, gegen die Pole zu immer größer scheinen. Damit stimmt im Ganzen die Erfahrung überein, aber die Verminderung ist unter dieser Voraussetzung beym Aequator viel geringer, als sie der Rechnung nach seyn sollte. Newton kam daher auf den Gedanken, die Erde sey ein unter den Polen abgeplattetes Sphäroid, welches ebenfalls eine Verminderung der Schwere unter dem Aequator zur Folge hat. Messungen haben Newtons Vermuthungen bestätigt.

6. Der Fall der Körper, wie wir ihn beobachten, ist also eigentlich eine zusammengesetzte Bewegung, aus der Wirkung des Schwunges, und dem ursprünglichen Falle, wie man sich ihn vor aller Umdrehung der Erde denkt. Die Richtung des letztern ist auf die Oberfläche der Erde nicht senkrecht, sondern weicht um einen geringen Winkel von der senkrechten Richtung gegen den Aequator zu, ab, welches ebenfalls aus der Figur der Erde erklärbar ist.

Litt. Zusatz. Beweise für alle diese Sätze, geben Versuche mit dem Pendul, wovon unten gehandelt wird. Erfahrungen für Nr. 1. sind leicht anzustellen. Nr. 2. Bemerkte Bouguer

Mem.

Mem. de l'Acad. d. Scienc. 1754. p. 250. Nr. 3. ist gleichfalls zuerst von Bouguer und seinem Gefährten in Peru bemerkt, Figure de la terre &c. par Bouguer Par. 1749. p. 389, von Maskelyne am Shehallinn in Pertschire Phil. Transact. f. 1775. n. 48, 49. vergleiche Hutton daselbst. f. 1778. n. 33. Nr. 5. wurde zuerst von Richer zu Cayenne beobachtet, Observat. physiq. et. astronomiq. fait. a Cayenne Par. 1679. Fol. Nachher wurde alles was Nr. 5. gesagt ist, von den Physikern bestätigt, welche nach Peru und Lappland geschickt waren, die Figur der Erde zu bestimmen. S. Bouguers angef. Schrift, und La figure de la terre etc. par Maupertuis Par. 1758. Ueber Nr. 5. vergl. die oben angezeigten Schriften und Kästners weit. Ausführ. der mathem. Geograph. Gött. 1793. 4. Kap.

§. 31.

Wir sagen ein Körper sey **geworfen**, wenn er durch einen Stoß oder Zug in Bewegung gesetzt wird, und nachher vermöge der Trägheit seine Bewegung fortsetzt, doch so, daß ihn die Schwere zu gleicher Zeit bewegen kann. Ist die Richtung des Wurfes mit der Richtung der Schwere einerley, so fängt der Körper seinen Fall mit einer gegebenen Geschwindigkeit an,

und

und wird dann wie gewöhnlich beschleunigt. Ist die Richtung des Wurfes der Richtung der Schwere entgegengesetzt, so wird die Bewegung des Körpers auf eine ähnliche Art so lange vermindert, bis sie ganz aufhört, und dann fällt der Körper wiederum von der Schwere allein getrieben zurück. Da die Schwere sich immer gleich bleibt, folglich unter einerley Umständen nicht mehr und nicht weniger Geschwindigkeit erzeugen, als aufheben kann, so folgt, daß ein Körper mit der Geschwindigkeit, welche er am Ende eines Falles hat, wieder zu der Höhe steigen könnte, von welcher er gefallen ist.

Schneidet die Richtung des Wurfes die Richtung der Schwere so geht der Körper in einer krummen Linie, und die Schwere ist als eine Centripetalkraft ohne merklichen Fehler anzusehen. Die krumme Linie wird ein Kegelschnitt, in dessen einem Brennpuncte der ziehende Körper liegt, wenn sich die Stärke der Schwere verkehrt wie das Quadrat der Entfernung von diesem Puncte verhält. Es kommt auf die Geschwindigkeit des Wurfes an, ob der Kegelschnitt eine Parabel, Ellipse oder Hyperbel seyn wird. Dieses ist das umgekehrte von §. 29.

Für Würfe auf unserer Erde, wo die Höhen nicht beträchtlich sind, könnte man den Mittelpunct der Erde als den Punct, wohin die Centripe-

tripetalkraft wirkt, ansehen (§. 30. 1), und ihn unendlich weit entfernt setzen. Dann sind die Richtungen des Falls einander parallel, die Schwere wird gleichförmig beschleunigend, und der geworfene Körper beschreibt eine Parabel. Den Widerstand der Luft abgerechnet, bestätigen Beobachtungen diese Lehre, welche man auf die Bahn der Geschützkugeln anwendet.

Litt. Zus. S. Kästners höh. Mechan. I, 175, 202. folg. Weitläuftigern Unrerricht, über den letztern Theil des §. geben Schriften, über das Bombenwerfen. Ich nenne nur Le Bombardier prussien par Mr. d. Tempelhof. Berl. 1781. 8. Ueber die Kugelbahn a. d. franz. d. H. v. Bezout. Stuttg. 1782. 8.

§. 32.

Den Druck, welchen ein Körper vermöge der Schwere ausübt, als Größe ausgedrückt, und ohne Rücksicht auf seinen Raumesinhalt betrachtet, heißt das absolute Gewicht desselben. Es steht in einem geraden Verhältnisse mit der Menge der Materie, welche drückt, vorausgesetzt, daß diese gleich schwer ist. Das specifische Gewicht eines Körpers ist die Menge seiner Materie, so fern sie einen gewissen Raum gleichförmig einnimmt. Das specifische Gewicht eines Körpers heiße G, eines andern g, der

Rau-

Raumesinhalt des ersten V, des andern v, das absolute Gewicht des ersten P, des andern p, und ein dritter habe das absol. Gewicht x bey dem Raumesinhalte V und dem specifischen Gewicht g. Wenn die Volumina gleich sind, so verhalten sich der gegebenen Erklärung zufolge, die specifischen Gewichte wie die absoluten, oder $G : g = P : x$ und wenn die specifischen Gewichte gleich sind, so stehen die Volumina im geraden Verhältnisse mit den absolutem Gewicht wegen der Gleichförmigkeit der Materie in einem Raume, oder $V : v = x : p$, woraus $GV : gv = P : p$ folgt und $p = gv$ (wie §. 5). Man gebraucht auch das Wort Dichtheit, Dichtigkeit statt Größe des specifischen Gewichts, und so fern nicht unrecht, als man die Materie für gleichartig ansieht. Uebrigens bemerkt man eine große Verschiedenheit des spec. Gewichts unter den Körpern. Zur Bestimmung desselben, nimmt man das specifische Gewicht des Wassers = 1 an und setzt die Temperatur überall = 60° Fahr. oder 12° Reaum.

Litt. Zusatz. Das vollständigste Verzeichniß der specifischen Gewichte der Körper hat Brisson geliefert, s. Pesanteur specifique des corps par Mr. Brisson auch übersetzt von Blumhof mit Zusatz von Kästner. Leipzig 1795. 8. Musschenbroeks Verzeichniß ist unter den ältern

das

das vollständigste, und in den meisten Handbüchern der Physik wiederhohlt worden.

Allgemeine Anmerkung zu diesem Abschnitte.

Das Problem, die Ursache der Schwere zu erforschen, bleibt noch immer unaufgelös't. Es ist nicht erlaubt, die ursprüngliche anziehende Kraft als eine Ursache derselben anzunehmen, §. 24, aber es ist unnütz, irgend eine andere Hypothese darüber zu erdenken, da wir die Erfolge hier so genau berechnen können, als dieses nirgends in der ganzen Physik geschehen kann. Es ist überflüßig, eine besondere schwermachende Materie zu behaupten, so lange uns keine andere Erfahrungen von ihrem Daseyn überzeugen. Die meisten Hypothesen dieser Art sind bloß aus einer Abneigung gegen anziehende Kraft überhaupt entstanden. Eine, wenigstens sehr sinnreiche Hypothese über die Ursache der Schwere, hat in neuern Zeiten Herr le Sage geliefert. S. Lucrere Newtonien par Mr. le Sage in den Nouv. Mem. de l' Acad. d. Berl. p. 1782. p. 404. Nachrichten davon findet man in de Luc's Untersuchung über die Atmosphäre übersetzt von Gehler. II Theil. S. 660. De Luc Idées sur la Meteorologie. T. 1. §. 154. Prevost vom Ursprunge mageneti-

scher

scher Kräfte übersetzt von Bourguet S. 28. L' Huillier Exposit. element. d. calculs superieurs. p. 187.

Zweyter Abschnitt.

Von dem Zusammenhange und der Form der Körper.

§. 33.

Die Verbindung der Theile eines Körpers in der Berührung heißt der Zusammenhang (cohaesio) derselben. Er wird aufgehoben, wenn man ein Theilchen von dem andern trennt, ohne es wiederum mit andern Theilen desselben Körpers in Berührung zu bringen, das Theilchen wird nur verschoben, wenn das letztere geschieht. Es ist eine Gewalt nöthig, um den Zusammenhang der Theile in den meisten Körpern aufzuheben, und zwar eine größere Gewalt als nöthig wäre, die Massen der getrennten Theile fort zu bewegen, woraus wir auf die Gegenwart einer ziehenden Kraft der Theile gegen einander schließen mögen. Aber diese ziehende Kraft ist in einer

einer geringen Entfernung schon nicht mehr merklich, wie man leicht gewahr wird, wenn man die getrennten Stücke eines Körpers wieder nähert. Die Stärke des Zusammenhanges ist bey verschiedenen Körpern sehr verschieden, es ist eine sehr verschiedene Kraft nöthig, ihre Theilchen von einander zu entfernen.

§. 34.

Fest (solidum) muß jeder Körper heißen, so fern durch eine angebrachte Kraft, der Zusammenhang in ihm nirgends geändert wird. In dieser Bedeutung denken wir uns geometrische Körper, überhaupt alle Körper in der Ruhe als fest. Körper, deren Theile durch die geringste bewegende Kraft an einander verschoben werden, sind vollkommen flüßig, wenn dieses hingegen durch eine geringe Kraft nicht möglich ist, so heißen sie starr (rigida). Die Grenzen dieser Eintheilung als einer natürlichen sind unbestimmt.

Die Ursachen der Flüßigkeit können folgende seyn: 1) Ihre Theile können einen äußerst geringen Zusammenhang haben. Die Erfahrung zeigt, daß dieses bey vielen Körpern der Fall nicht sey, so werden z. B. Platten von der Oberfläche des Wasser nur durch eine beträchtliche Gewalt und benetzt abgerißen, folglich die Cohäsion

sion des Wassers aufgehoben. 2) Man kann die flüßigen Körper als durchaus gleichartig ansehen, wobey die Stärke des Zusammenhanges beträchtlich seyn dürfte. Innerhalb der flüßigen Materie wirken dann auf jedes Theilchen von allen Seiten gleiche zurückstoßende und anziehende Kräfte, weil die letztern nicht weit wirken §. 33.) heben sich diese als entgegengesetzt einander auf, und das Theilchen ist so leicht beweglich, wie im leeren Raume. Unter dieser Voraussetzung läßt sich nun, wieder annehmen, die flüßige Materie sey entweder stet (continua) oder auch aus sehr glatten, festen Theilchen von einerley Form, Kugeln, Bläschen und dergl. zusammengesetzt. Es ist nöthig, das erstere wenigstens von einigen flüßigen Materien zu behaupten, weil man sonst das Starrseyn als ursprüngliche Eigenschaft der Körper angeben müßte. Indessen ist es nicht unwahrscheinlich, daß Wasser, Luf u. s. w., der letztern Ursache wegen flüßig sind, und aus Bläschen mit Wärmestoff gefüllt, bestehen mögen. Alle diese flüßigen Körper müssen an der Oberfläche einen stärkern Zusammenhang äußern, weil dort die Kräfte einander nicht aufheben, und wirklich bemerkt man auch, daß Nadeln, Goldblättchen, ungeachtet sie specifisch schwerer sind, als Wasser, auf der Oberfläche desselben schwimmen, welches man etwas gezwungen

gen aus dem Anhängen von Luftbläschen, die doch nicht merklich sind, erklärt. 3) Es können beide angegebene Ursachen, geweniger Zusammenhang und Gleichartigkeit Statt finden. Von dieser Art scheint die Flüßigkeit des Wärmestoffs u. s. w.

Schwerer ist es, die Ursache der Starrheit anzugeben. Sie könnte seyn: 1) Ein durchaus stärkerer Zusammenhang. Dieses ist oft nicht der Fall, die Theilchen eines Sandhaufens hängen weniger zusammen, als des Wassers, und doch ist jener starr. 2) Ein Hinderniß des Verschiebens der Theilchen, welches wir Reiben nennen. Die starren Theilchen, woraus der Körper zusammengesetzt ist, haben auf ihrer Oberfläche Rauhigkeiten und Erhöhungen, deren Zusammenhang mit dem Theilchen selbst beym Verschieben geändert werden muß. Dieses ist allerdings die nächste Ursache der Starrheit mancher Körper, aber die letzte kann es nicht seyn, weil man dabey die Starrheit der Theilchen als ursprünglich annehmen müßte. 3) Eine Ungleichheit der ziehenden Kräfte, so daß jedes Theilchen nach einer Seite mehr, als nach der andern gezogen würde. Man vergleiche dieses mit der zweyten Ursache der Flüßigkeit. Es ließen sich verschiedene Anordnungen der Theilchen denken, wobey dieses Statt fände, die einfachste

Hypothese dieser Art wäre folgende. Man könnte annehmen, der Widerstand an der Oberfläche, welcher auch in einem flüßigen Körper zugegen ist, würde wiederhohlt, oder alle starren Körper beständen aus Blättchen oder Fasern. Denn eine äußerst dünne Schicht einer Flüßigkeit muß einige Starrheit haben, wenn der Zusammenhang nicht gar zu gering ist. Jene öftere Wiederhohlung des Widerstandes würde eben das ausrichten, was in einem gleichartigen steten Körper der stärkere Zusammenhang thun könnte. Die Erfahrung lehrt wirklich, daß die meisten starren Körper aus Blättchen oder Fasern zusammengewebt sind. 4) Endlich können die wahren Ursachen 1 u. 3, mit einander verbunden wirken.

Litt. Zusatz. Die richtige Erklärung von Flüßigkeit hat zuerst Newton Princ. Phil. n. L. II. S. 5. gegeben, womit die Kantische Met. Anfangsgr. der Naturwissenschaft S. 88. übereinstimmt. Gewöhnlich nimmt man die eine Ursache, den geringen Zusammenhang der Theilchen, als Erklärung der Flüßigkeit an. Ueber die Ursache der Starrheit habe ich bey den Schriftstellern nichts, was mich befriedigte, gefunden und daher meine eigene Hypothese darüber vorgetragen. S. auch meine Beytr. zur Phys. und Chem. 3s St. S. 28.

§. 35.

§. 35.

Die Größe der **Festigkeit** (firmitas) besteht in der Größe des Widerstandes, welchen der ganze Körper der Gewalt entgegen setzt, die seinen Zusammenhang zu ändern strebt. Die Größe der **Härte** besteht in dem Widerstande, welchen die einzelnen (noch merklichen) Theilchen, die getrennt werden sollen, leisten; ein im geringern Grade harter Körper heißt **weich**. Die Festigkeit zeigt sich beym Zerreißen, Zerbrechen u. s. w. die Härte beym Ritzen, Schneiden u. s. w. **Spröde** nennen wir einen Körper, wenn ein Riß in denselben sich weiter erstreckt, als die trennende Gewalt eingedrungen ist. Die meisten starren Körper haben einige Sprödigkeit, aber Muster derselben geben die Glastropfen, die Springkolben, oder sogenannten Bologneser Flaschen.

Die Festigkeit kann sowohl bey flüßigen als starren Körpern Statt finden, die Härte nur bey starren Körpern, bey flüßigen allein an der Oberfläche, die Sprödigkeit ist starren Körpern allein eigen. Festigkeit, Härte und Sprödigkeit begreifen als Geschlechter auch den Widerstand der Elasticität (§. 36.) unter sich, deren Ursachen sich auch mit den Ursachen der erstern, welche aus dem vorigen §. leicht erhellen, oft vermischen. Hierbey ist noch die Anordnung der grö-

dern Theilchen zu erwägen, wovon unten die Rede seyn wird §. 39.

§. 36.

Absolute Elasticität ist der Widerstand, welchen ein Körper einer äußern Kraft entgegensetzt, die seinen Raumesinhalt zu vermindern, ihn zusammen zu drücken strebt. Die **specifische Elasticität** wird durch die vorige bey gleichen specifischen Gewichten der Körper gemessen, und man nimmt an, daß sie sich bey gleicher absoluten Elasticität verkehrt wie die specifischen Gewichte verhalten. Die specifische Elasticität eines Körpers sey E eines andern e, die absolute des ersten A, des andern a, das specifische Gewicht des ersten G des andern g. und ein dritter habe die specifische Elasticität x bey dem specifischen Gewichte G und der absoluten Elasticität a, so ist $E : x = A : a$ und $x : e = g : G$, also $E : e = Ag : Ga = \frac{A}{G} : \frac{a}{g}$. Eigentlich betrachtet man die specifische Elasticität, als Elasticität überhaupt in Rücksicht auf die Menge der Materie, wovon sie herrührt. Elasticität in Rücksicht auf äußere Umstände, welche sie vermehren oder vermindern, z. B. auf äußere Anziehungen betrachtet, könnte man **respective Elasticität** nennen. Endlich nenne ich **re-**

lative

lative Elasticität (Federkraft, Springkraft) das Vermögen der Materie, die durch Zusammendrücken oder Ausdehnen veränderte Gestalt ganz (vollkommene relative Elasticität) oder zum Theil (unvollkommene relative Elasticität) wieder anzunehmen, nachdem die Kraft, welche die Veränderung hervorbrachte, zu wirken aufgehört hat. Dieses Vermögen ist eine Art der Elasticität überhaupt, es widerstrebt nämlich die absolute Elasticität der zusammendrückenden Kraft in jedem Augenblicke, nur daß sie ihr im Anfange nicht das Gleichgewicht halten kann, und zwar widersteht sie so lange bis das letztere geschehen ist, dann dehnt dieselbe Kraft den Körper wieder aus. Wir nehmen auch an, daß ein zusammengedrückter vollkommen relativ elastischer Körper sich mit derselben Gewalt wieder auszudehnen strebe, womit er zusammengedrückt ist. Ein relativ elastischer Körper dessen Masse man nicht in Erwägung zieht, heißt eine Feder, und im Zustande der veränderten Gestalt eine gespannte Feder. Der Druck vermittelst einer vollkommnen elastischen Feder ist so groß, als der unmittelbare Druck.

Die Ursache des Ausdehnungsvermögens oder der Elasticität überhaupt kann man sich sehr verschieden denken. Sie kann unmittelbar (doch läßt sich dieses nicht erkennen) oder mittelbar

telbar von der ursprünglichen Elasticität herrühren, so daß die gegebene Materie sie erst von einer andern mit ihr verbundenen Materie hat, ferner von dem Eindringen oder Entweichen einer fremden Materie, von der Erschütterung durch eine fremde Materie, von der Anordnung der gröbern Theilchen, und deren Anziehung, so wie von einer Anziehung überhaupt u. s. w. Welche von diesen Ursachen die wahrscheinlichste sey, kann bloß in jedem besondern Falle ausgemacht werden.

§. 37.

Die Festigkeit (§. 35.) äußert sich unter verschiedenen Umständen auf eine verschiedene Art.

1) Zwey Kräfte wirken auf einem Körper in einer geraden Linie, aber in entgegengesetzten Richtungen, um die Theile desselben von einander zu entfernen. Die Festigkeit, welche der Körper auf diese Art äußert, ist die absolute. Dehnbar heißt der Körper, welcher sich auf diese Art beträchtlich verlängern läßt, ehe er zerreißt, und zäh, wenn er seine verlängerte Gestalt behält, nachdem die Kräfte zu wirken aufgehört haben, attractiv elastisch, wenn er unter diesen Umständen seine vorige Gestalt wieder annimmt. Steif nenne ich den Körper, wenn

wenn er vor dem Zerreißen sich nicht beträchtlich verlängert. Der Widerstand, welchen ein Körper auf diese Art dem Zerreißen entgegen setzt, bestimmt seine Stärke oder Schwäche, und bey gleichen specifischen Gewichten die specifische Festigkeit, welche sich bey gleicher absoluter Festigkeit verkehrt wie das specifische Gewicht verhält.

2. Zwey Kräfte wirken in einer geraden Linie, aber in entgegengesetzten Richtungen, um die Theile eines Körpers einander zu nähern. Die Festigkeit welche sich auf diese Art äußert, nenne ich die relative. Geschmeidig ist der Körper dessen Theile vor der Trennung ihre Lage beträchtlich ändern, ungeschmeidig wenn dieses nicht ist, weichgeschmeidig, wenn sie diese Lage behalten, nachdem die Kräfte aufgehört haben zu wirken, expansiv elastisch, wenn sie unter diesen Umständen ihre vorige Lage wieder annehmen. Die Stärke und Schwäche des Widerstandes beym Zerreißen bestimmt den Grad der Brüchigkeit.

3. Die trennende Kraft schneidet die Richtung, nach welcher sich die Theilchen der Körper vermöge des Zusammenhangs zu nähern streben. Die Festigkeit welche sich dann zeigt, heißt die respective. Der Körper ist biegsam, wenn die Theile vor dem Zerbrechen ihre Lage beträchtlich

lich ändern, unbiegsam, wenn dieses nicht ist, formbar, wenn die Theile nach aufgehörter Wirkung der Kraft ihre veränderte Lage behalten, reluctiv elastisch, wenn unter gleichen Umständen, die vorige Lage wieder hergestellt wird. Die Stärke oder Schwäche des Widerstandes beym Zerreißen bestimmt den Grad der Zersprengbarkeit und Zerbrechlichkeit. Schneiden die obengedachten Richtungen einander in schiefen Winkeln, so ist diese Festigkeit aus den beyden vorigen zusammengesetzt.

§. 38.

Die absolute Flüßigkeit wird durch die bewegende Kraft gemessen welche zum Verschieben der Theile erfordert wird, und steht mit ihr in einem umgekehrten Verhältniße. Die specifische Flüßigkeit wird durch die vorige bey gleichen specifischen Gewichten gemessen, und steht bey gleicher absoluter Flüßigkeit mit dem specifischen Gewichte in einem geraden Verhältniße. Setzt man in diesen Ausdrücken Stärke des Zusammenhanges statt specifisches Gewicht, so bestimmt man die relative Flüßigkeit. Nur hält es schwer, die absolute Flüßigkeit genau zu bestimmen. Halbflüßig oder dickflüßig (fluidiuscula) nennt man die Körper, welche

welche zwischen den starren und flüßigen Körpern in der Mitte stehen. Die flüßigen Körper können wiederum in drey Klassen getheilt werden, als: 1) solche, welche keine merkliche Gegenwirkung leisten, ätherische Körper, 2) welche merklich gegenwirken, aber eine sehr geringe relative Elasticität besitzen, tropfbare Körper, 3) welche merklich gegenwirken, und beträchtlich relativ elastisch sind, luftartige Körper.

§. 39.

Einer bestimmten Form sind allein die starren Körper fähig. Sie entstehen aber meistens aus flüßigen Körpern, und nehmen dabey eine regelmäßige Gestalt an, die man Krystall nennt, so wie die Erscheinung selbst, die Krystallisation. Regelmäßig nenne ich hier einen Körper, der sich durch irgend einen Schnitt in zwey gleiche und ähnliche Hälften theilen läßt. Die Krystalle werden am größten und vollkommensten, wenn der Kern schnell entsteht, die Vergrößerung desselben aber langsamer und in der Ruhe geschieht. Die Erscheinung ist noch ganz unerklärt. Wollte man schon ursprünglich gebildete Krystalle annehmen, so hieße dieses Krystallisation durch Krystallisation erklären. Da wir in der Bildung eines Krystalls nichts

zweck-

zweckmäßiges wahrnehmen, so dürfen wir hier keinen Bildungstrieb voraussetzen. Wenn ein flüßiger Körper in den Zustand der Halbflüßigkeit übergeht, so sagen wir, er gerinne, wird er starr ohne Krystalle zu bilden, so heißt es, er gestehe besser, er erstarre. Sehr oft finden wir die Krystalle in eine Masse so zusammengehäuft, daß man sie kaum von einander unterscheiden kann, und dieses berechtigt uns, alle starren Körper, als aus Krystallen zusammengehäuft anzusehen. Hieraus erhellt, warum wir uns in den vorigen §. §. so oft auf eine besondere Anordnung der Theilchen berufen durften. Auch ist daraus erklärlich, warum manche Körper durch Hämmern, schnelles Abkühlen u. s. w. spröder, härter und elastischer werden.

Allgemeine Anmerkung zu diesem Abschnitte.

Man hat sich mehr damit beschäftigt, die Stärke gewisser Körper, z. B. des Holzes, der Metalle, der Seile zu erforschen, als diesen Gegenstand im allgemeinen abzuhandeln. Eine wichtige Schrift hierüber ist Petr. v. Muschenbrock Introductio ad cohaerentiam corporum fermorum in seinen Disf. physic. experiment. et. geometr. Lugd. Bat. 1729. 4. p. 421. Vergleiche Gehlers Wörterbuch Art. Cohäsion 1 und 5s B. Ueber die Krystallisation muß man

man die Lehrbücher der Chemie und Mineralogie nachsehen. In meinen Beyträgen zur Physik und Chemie habe ich im 3ten St. S. 28. vom Zusammenhange, S. 41. von der Form der Körper gehandelt.

Dritter Abschnitt.

Von dem Verhalten der Körper gegen einander.

Erstes Kapitel.

Von den festen und starren Körpern.

§. 40.

Ein Körper C Fig. 3. bewege sich gegen eine ruhende feste Linie AB, um ihr seine Bewegung mitzutheilen. Man muß nach §. 18. sich vorstellen, als ob C gegen AB im absoluten Raume, AB hingegen zugleich mit dem relativen Raume gegen C bewegt werde, und der Festigkeit wegen muß man hier die Bewegung der ganzen Linie betrachten, nicht bloß des Punctes in ihr, worauf C wirkt. Es kommt aber dabey bloß

bloß auf die Verminderung der wechselseitigen Entfernung an, und diese wird durch eine Linie von C senkrecht auf AB bestimmt. Eine Bewegung CD, welche schief auf AB wirkt, muß daher, um alles auf §. 18. zubringen, in zwey andern, eine senkrechte auf AB, und eine mit AB parallele zerlegt werden. Jene kann allein durch Gegenwirkung aufgehoben werden, diese wirkt gar nicht auf AB (und AC : CD = sin. ADC : 1) Würde die Mittheilung der Bewegung so gehindert, daß ein Punct in der Linie AB nicht bewegt werden könnte, und C also nur einen Theil von AB in Bewegung zu setzen vermögte, so müßte der andere Theil von AB, worauf nichts wirkt, nach §. 17, 18. fortfahren sich zu bewegen. Um einen Punct bewegen, oder um einen Winkel fortführen heißt Drehen, die Linie AB würde sich also drehen. Es ist leicht, was von der Linie AB gesagt ist auf feste Ebenen und Körper zu erweitern, da §. 18. von Bewegungen in einer Ebene gilt, und AB den Durchschnitt der Ebene, worin die Bewegungen geschehen, mit der festen darauf senkrechten Ebene vorstellen kann. Ist die letztere nicht senkrecht so wird eine doppelte Zerlegung erfodert.

Anmerk. Es scheint mir nicht überflüßig, diese Sätze, die man gewöhnlich ohne Beweis annmmit, zu beweisen. Man wird bey genau-

genauerer Untersuchung finden, daß das Drehen einer festen Linie unter den angegebenen Umständen mit einer solchen Nothwendigkeit behauptet werden muß, die aus der Erfahrung nicht folgt, daher man auf einen Beweis aus den Grundlehren der Mechanik zu denken hatte.

§. 41.

Eine gerade, feste Stange, deren Masse nicht in Betrachtung gezogen wird, eine feste Linie AB also, Fig. 4, in einem Puncte wie C so befestigt, daß dieser sich nicht verrücken, jeder andere aber um C Kreisbogen beschreiben kann, heißt ein (mathematischer) Hebel. Der Punct C ist der Ruhepunct oder Umdrehungspunct, was ihn unverrückt erhält, die Unterlage (hypomochlium), die Theile CA = p, CB = q heißen Arme des Hebels. Eine Masse M, die sich am Hebel in A während einer gewissen Zeit durch Aa bewegen könnte hat eine Größe der Bewegung wie M. Aa (§. 14. und §. 21. am Ende), oder wie Mp, da sich die Bogen, wie ihre Halbmesser verhalten. In derselben Zeit kann in B eine Masse m wegen der Festigkeit des Hebels, sich nicht anders als durch Bb in derselben Ebene bewegen, ihre Größe der Bewegung muß sich also in allen Fällen zu

der

der vorigen wie m. Bb : M. Aa = mq : Mp verhalten. Die Richtungen beider Bewegungen auf den Hebel sind senkrecht, weil sie beständig nach der Tangente an den Punct, wo sie sich befinden, fortzugehen streben. Aber Mp drehet den Hebel für sich, ohne m, in dieser Zeit durch Bb, ist also mq jener Bewegung gleich und entgegengesetzt, so ruhet B, und ein ähnliches gilt von A. Für Mp = mq oder M : m = q : p ruhet also der Hebel. Was von den Massen M und m gilt, wird ebenfalls von bewegenden Kräften P und Q gelten, wenn sich nur jede wie die Massen verhält, und dieses ist bey allen bewegenden Kräften in der Bedeutung §. 20. der Fall. Bewegende Kräfte, welche zugleich nach entgegengesetzten Richtungen den Hebel zu drehen streben, und darauf senkrecht in einerley Ebene wirken, sind im Gleichgewichte, wofern sie sich verkehrt, wie die zugehörigen Hebelarme, verhalten, oder die Producte aus ihnen in die zugehörigen Hebelarme gleich sind.

Eine Kraft = Bc Fig. 4. wirke schief auf den Hebel. Man zerlege sie nach §. 40. in Be senkrecht auf AB, und ce mit AB parallel, man ziehe ferner Cd senkrecht auf Bc, so sind die dreyecke CdB und Bce einander ähnlich und Cd : CB = Be : Bc, folglich Be. CB = Cd. Bc. Statt des erstern Products kann man

also

also das gleiche Zweyte, oder das Product aus der Kraft in die Entfernung ihrer Richtung vom Ruhepuncte setzen, und der vorige Satz für das Gleichgewicht am Hebel, ist allgemein, wenn man diese Entfernung statt des zugehörigen Hebelarms nimmt. Das eben gedachte Product heißt das statische Moment oder die Abwage der Kraft. Sind die bewegenden Kräfte Gewichte, deren Richtungen immer vertikal bleiben, und der Hebel ruhet in der horizontalen Lage AB, so ruhet er auch in jeder andern Lage ab, wie leicht aus der Aehnlichkeit der Dreyecke Cah, Cbf folgt, wo Cf, ah die Entfernungen der Richtungen vom Ruhepuncte vorstellen.

Ist kein Gleichgewicht am Hebel da, so wird er in der Richtung der einen Kraft bewegt, und diese hat die Ueberwucht. Eine solche sey P an A; setze man an ihre Stelle eine andere $= \frac{Qq}{p}$ so würde diese einer Kraft Q in B nur das Gleichgewicht halten, P muß also größer seyn, und mit der Kraft, um die P größer ist, bewegt sie den Hebel, also mit $P - \frac{Qq}{p}$. Aus dieser bewegenden Kraft lassen sich die beschleunigende Kraft und die Geschwindigkeit für P nach §. 20. finden.

Wenn

Wenn $Pp = Qq$. so sind P und Q im Gleichgewichte, oder jede für sich, würde den Hebel in gleichen Zeiten um einen gleichen Winkel fortführen. Es sey $P = Mf$, $Q = mf$, wo M, m Massen, f beschleunigende Kraft bedeuten. Aber die Masse M, welche von f durch Aa bewegt wurde, kann in B unmöglich in derselben Zeit von f durch Bb bewegt werden, wenn beide Bogen ungleich sind. Soll dieses geschehen, so muß sich die beschleunigende Kraft in B, zu der in A, wie $Bb : Aa = q : p$ verhalten, oder es muß $P = Mp$, $Q = mq$ und $Mp^2 = mq^2$ seyn, wenn der Hebel mit einerley Geschwindigkeit gedreht werden soll, es mag sich M in A oder B, oder dafür m in A oder B befinden. Das Product einer Masse in das Quadrat ihrer Entfernung vom Ruhepuncte heißt das Moment der Masse, oder der Trägheit.

Anmerk. Es kam darauf an einen physikalischen Beweis, der die Gründe der Erscheinungen zeigt, zugeben, da man hingegen in der angewandten Mathematik von einem zugestandenen, doch noch immer weiter erklärbaren Satze ausgehen kann. S. meine Beyträge zur Phys. und Chem. 3s St. S. 47. Der hier gegebene Beweis grün-

gründet sich auf die Erklärung von Geschwindigkeit, §. 5. ferner darauf, daß sich die Geschwindigkeiten durch Bogen krummer Linien ausdrücken lassen §. 21, und endlich, daß die Festigkeit des Hebels, die Größe der Bewegung für eine jede Masse an demselben unabänderlich bestimmt. Er ist, dünkt mich, also mit dem Cartesianischen Beweise nicht ganz einerley.

§. 42.

Die vorigen Schlüsse setzen nichts voraus, als 1) zwey Puncte, welche durch feste Materie, deren Masse nicht in Erwägung gezogen wird, verbunden sind, 2) zwey bewegende Kräfte (§. 20), welche jeden dieser Puncte zugleich nach entgegengesetzten Richtungen zu drehen streben, 3) daß diese Puncte in gleichen Zeiten ähnliche Bogen durchlaufen würden. Hieraus entstehen folgende Arten des Hebels.

1. Der Ruhepunct liegt zwischen den beiden Puncten, woran die Kräfte wirken, die Arme des Hebels machen eine gerade Linie. Ungleichlaufender, doppelarmiger Hebel, oder Hebel der ersten Art (vectis heterodromus). Hieher gehören körperliche Hebel, die im Mittelpuncte befestigte Rolle, Zangen, Griffe mancher Werkzeuge u. s. w. Auch

läßt sich hieher der Fall bringen, wenn eine feste an beiden Enden unterstützte Linie dazwischen eine Last trägt.

2. Der Ruhepunct liegt an einem Ende des Hebels, die Arme fallen zusammen in eine gerade Linie. Gleichlaufender, einseitiger Hebel, oder Hebel der zweyten Art (vectis homodromus). Hieher gehören Hebebäume, Ruder, Schiebkarren, bewegliche Rollen, Flaschenzüge u. s. w.

3. Die Hebelarme machen zusammen keine gerade Linie, sondern schneiden einander. Winkelhebel (vectis inflexus) als Räder, Muskeln u. s. w. Hieher kann man auch die krummlinigen Hebel rechnen.

4. Zwischen den beiden Kräften ist eine ruhende Linie (Umdrehungsaxe), die beiden Hebelarme bewegen sich in parallelen Ebenen. Räder an einer Axe, Winden, Haspel u. s. w.

Uebrigens muß man sich bey erfolgender Bewegung oft in jedem andern Augenblicke einen andern Hebel denken. Die Lehre vom Gleichgewichte der bewegenden Kräfte an starren Körpern, wird die Statik genannt und gewöhnlich in der angewandten Mathematik abgehandelt.

§. 43.

§. 43.

Ein Hebel der ersten Art AB Fig. 4. ruhe mit P in A und Q in B, wie vorher. Um C zurückzuhalten, daß der Punct sich nicht in der Richtung von P und Q bewege, ist nur eine Kraft = P + Q in C nöthig, welche diesen Punct in einer entgegengesetzten Richtung bewegt. Nähme man P und Q aus ihren Stellen, und ließe eine Kraft = P + Q, der Kraft P + Q, welche C befestigen soll, entgegen wirken, so würde der Hebel noch ruhen. Es ist also in dieser Rücksicht einerley, ob man P und Q an ihren Stellen, oder beide vereinigt in C nach derselben Richtung wirkend anbringt. Der Punct C heißt der Schwerpunct (centrum gravitatis) der Kräfte P und Q, weil man unter den letzten gewöhnlich Gewichte versteht, die Richtung beider Kräfte von C ausgenommen, heißt ihre mittlere Richtung. Zwischen den im Schwerpuncte vereinigten P und Q und einer dritten Kraft läßt sich eben so ein Schwerpunct angeben, zwischen diesen drey in ihrem Schwerpuncte vereinigten Kräften und einer vierten wiederum ein Schwerpunct u. s. w. Da man zwischen allen Puncten in einem festen Körper eine gerade Linie ziehen kann, so erhellt, daß sich ein Schwerpunct für noch so viele auf den Kör-

per wirkende Kräfte angeben lasse. Für einen durchaus schweren Körper könnte man sich in jedem Puncte ein kleines Gewicht denken. Also hat jeder schwere Körper einen Schwerpunct, und der Körper wird in jeder Lage ruhen (äußere Umstände bey Seite gesetzt) wenn dieser gehörig unterstützt ist (§. 41.) Die Größe des Druckes auf den Schwerpunct ist dann der Summe aller auf den Körper wirkenden Kräfte gleich, oder man kann sich vorstellen das ganze Gewicht eines schweren Körpers sey in seinem Schwerpuncte vereinigt. Ist der Schwerpunct eines Körpers nicht unterstützt, so erfolgt an der Seite, wo der Schwerpunct liegt, eine Ueberwucht, und der Schwerpunct sinkt bis er in die Vertikallinie unter dem Ruhepunct gelangt. Für die Bewegung des Schwerpunctes ist es einerley, ob mehrere Kräfte jede an einem besondern Puncte auf den Körper wirken, oder ob man sich die Masse des ganzen Körpers im Schwerpuncte vereinigt, und die Summe aller Kräfte, welche auf den Körper wirken, gleichfalls nur auf diesen einzigen Punct wirksam vorstellt.

Wenn man einen Körper auf der Kante eines Prisma verschiebt, bis er ruhet, so findet man die Ebene, worin der Schwerpunct des Körpers liegt, oder die Ebene der Schwere. Hängt man einen Körper von zwey verschiedenen

denen nicht gerade entgegengesetzten Enden auf, bemerkt jedesmahl auf zwey gegen einander überstehenden Seiten, wo sich die Verticallinien, als Verlängerungen des Fadens schneiden, so erhält man zwey Puncte, welche die Lage der Linie, worin der Schwerpunct sich befindet, oder des Durchmessers der Schwere bestimmen. Die verticale Linie durch den Schwerpunct eines Körpers heißt seine Directionslinie; wenn der Schwerpunct in ihr seinen Ort nicht ändern kann, und sie selbst gehörig befestigt ist, so fällt der Körper nicht. Die Lehre vom Schwerpuncte ist wichtig für die Lehre von allen körperlichen Hebeln, wo man die Masse derselben in Erwägung ziehen muß, die man sich als ein im Schwerpuncte des mathematischen Hebels angebrachtes Gewicht denkt, für die Lehre von der Bewegung der Menschen und Thiere, da das Gehen derselben wechselsweise ein Sinken und Unterstützen des Schwerpuncts ist, für die Lehre von den Wagen u. s. w.

Litt. Zusatz. S. besonders Karstens Lehrbegriff d. ges. Math. 3 Thl. 4ter Abschn. Den Schwerpunct durch Integralrechnung zu finden lehrt auch Kästner Analys. unendl. Gr. Anh. II. Den letzten Satz im §. beweist Karsten a. a. O. 4 Thl. XIII Abschn. Ueber die Wagen s. Gehlers Wörterb. 4 u. 5. Th. Ueber den folgenden

§. ver-

§. vergl. d. Lehrbüch. d. angew. Math. besonders Karstens Lehrbegriff.

§. 44.

Ein schwerer Körper C befinde sich an einer willkührlichen Stelle der festen Linie AC Fig. 5, welche mit der Horizontallinie den schiefen Winkel ACB = α macht, so daß der Schwerpunct c sich mit den beiden gedachten Linien in einer verticalen Ebene befinde, auch sey AB in derselben Ebene auf BC senkrecht. Man stelle sich nach dem vorigen §. vor, die ganze Masse des Körpers sey in c zusammen, und die Schwere wirke nur allein auf c. Der Schwerpunct würde ungehindert nach der verticalen Line cb fortgehen, welche die Größe der Schwere ausdrücken mag. Diese ist auf AC nicht senkrecht, muß also in ca senkrecht auf AC und cd = ab mit ihr parallel, zerlegt werden, wovon jene nur Druck auf AC verursacht, diese den Körper ungehindert forttreibt. Ist die Schwere (hier absolute Schwere) gleichförmig beschleunigend, als bc überall von einerley Größe, so ist es auch die Schwere auf der schiefen Linie (hier die relative Schwere), oder cd ist überall gleich groß, weil im Dreyecke bcd, Linie bc und Winkel gegeben sind. Aus der Aehnlichkeit der Dreyecke cab und CAB folgt ferner: Die Stärke des Druckes

Druckes auf AC verhält sich zur Stärke der relativen Schwere, wie BC : AB, die Stärke der absoluten Schwere zur Stärke der relativen, wie AC : AB. In diesen Sätzen wird nichts geändert, wenn AC den Durchschnitt einer gegen den Horizont schiefen Ebene, mit der darauf senkrechten verticalen Ebene ACB, vorstellt. Es ist also eine weit geringere Kraft nöthig, die Schwere eines Körpers auf der schiefen Ebene, als seine absolute Schwere zu überwinden, daher bedient man sich der schiefen Ebene sehr oft zur Erhebung von Lasten. Aehnliche Betrachtungen lassen sich über die Wirkungen der Schraube und des Keils anstellen, und die letztern auf alle schneidende und stechende Instrumente anwenden.

Math. Zusatz. Die absolute Schwere sey $= 1$, die relative $= V$, und weil $V : 1 = ab : cb = \sin\alpha : 1$ wird $V = \sin\alpha = f$ (§. 20, 28), folglich die Geschwindigkeit c für $V = 2\,gt\sin\alpha$, und $s\ (= \frac{ct}{2}) = gt^2.\sin\alpha$, also, weil $t = \sqrt{\frac{s}{g.\sin\alpha}}$, $c = 2\sqrt{(gs.\sin\alpha)}$. Ist $s = AC$, so wird $c = 2\sqrt{(g.\,AC.\sin\alpha)} = 2\sqrt{(g.\,AB)}$ ein Ausdruck, welcher auch für einem Körper gilt, der durch AB gefallen ist. Die Geschwindigkeit, welche ein Körper durch

den

den Fall von der schiefen Linie erhält, ist folglich einerley mit der, welche er durch den Fall von einer gleich hohen Verticallinie würde erhalten haben. Die Zeit für die absolute Schwere verhält sich zur Zeit für die relative, wenn gleiche Räume beschrieben werden, wie $\sqrt{\frac{s}{g}} : \sqrt{\frac{s}{g.\sin\alpha}} = \sin\alpha : 1 = AB : AC$, und die Räume, wodurch diese Schweren in gleichen Zeiten treiben, wie $gt^2 : gt^2.\sin\alpha = 1 : \sin\alpha = AC : AB$.

§. 45.

Ein schwerer Körper von unbeträchtlicher Größe, ein schwerer Punct B Fig. 6, befinde sich an der festen Linie AB, welche sich um A ungehindert drehen kann, und ohne Schwere ist. Eine solche Vorrichtung heißt ein einfaches Pendel. Ruhet es in der Verticallinie AB, so wird es fortfahren zu ruhen, denn der Körper B wird von der Schwere nach der verlängerten AB getrieben, kann sich aber in dieser Richtung, wegen der Festigkeit der Linie AB, von ihr nicht entfernen. In irgend einer andern Lage AC, treibt die Schwere den Körper B nach der Richtung Cg parallel mit AB, eine Bewegung, welche sich in zwey andere zerlegen läßt, wovon eine auf AC senkrecht wirkt, und die Linie AC gegen B zu drehet. Dieses gilt für eine jede Lage

auf

auf dieser Seite von AB, die Linie AC wird sich also bis B drehen, und der schwere Punct an ihr einen Kreisbogen CB beschreiben. Da Cg schief auf eine Tangente an C wirkt, nach welcher B fortzugehen strebt, so läßt sich der Körper B in jedem Puncte so betrachten, als falle er auf einer schiefen Ebene, welche diese Tangente vorstellt. Durch die Aenderung seiner Richtungen, wenn er von einer schiefen Ebene auf die andere sich wendet, verliehrt er an Geschwindigkeit nichts (§. 21), seine Geschwindigkeit in B wird also von der gesammten Höhe der schiefen Ebenen (§. 44. Zus.) oder der Höhe der Sehne CB, oder cB abhängen. Mit dieser Geschwindigkeit würde er nach der Tangente an B, BC fortgehen, wenn ihn nicht die Festigkeit der Linie nöthigte in einem Kreisbogen, oder auf einem System von schiefen Ebenen wie vorher zu steigen. Er wird diese Geschwindigkeit verlohren haben, wenn er durch Bc (§. 31.) oder den Bogen BD gestiegen ist. Dort ruhet er aber nicht, die Schwere wirkt auf ihm auf eine ähnliche Art wie in C, treibt ihn bis B, dann steigt er bis C, fällt wieder zurück u. s. f. ohne Aufhören, wenn nicht äußere Hindernisse ihn zur Ruhe bringen. Der Weg durch einen Bogen wie CD heißt ein Pendulschlag, dieser Weg nebst dem Rückwege durch DC ein Pendulschwung.

schwung. Die Zeit, worin der Körper einen sehr kleinen Schlag (etwa von 5 — 6 Graden) thut, kann man $= \pi \sqrt{\frac{a}{2gp}}$ setzen, wo π den Kreisumfang für den Durchmesser $= 1$, a die Pendullänge, p die Stärke der Schwere, g den Weg des fallenden Körpers in der ersten Secunde für eine Schwere $= 1$ bedeuten, und π, $2g$ unveränderlich sind. Es verhält sich also diese Zeit wie $\sqrt{\frac{a}{p}}$, und bey gleichen Zeiten verhält sich p wie a. Ein Secundenpendul nennt man ein solches, welches einen Schlag in einer Secunde macht, die Länge desselben verhält sich also wie die Stärke der Schwere, daher dient es die Verhältnisse derselben an verschiedenen Orten auf der Erde zu erforschen, so wie das Pendul überhaupt zum Zeitmaaße dient.

Ein einfaches Pendul läßt sich in der Erfahrung genau nicht darstellen. Ist AB mit mehrern Gewichten an verschiedenen Stellen beschwert, oder ein durchaus schwerer Körper, so hat man das zusammengesetzte Pendul, und solche giebt es nur in der Erfahrung. Die obern Gewichte, als kürzere Pendul machen ihre Schwingungen in kürzerer Zeit, als die untern, sie schwingen schneller und beschleinigen die untern, daher schwingt ein zusammengesetztes Pendul

dul überhaupt schneller, als ein einfaches von derselben Länge. Soll ein einfaches Pendul mit dem zusammengesetzten einen Schwung in einerley Zeit thun, so muß es kürzer seyn. Die Länge desselben sey Ac, so heißt der Punct c im zusammengesetzten Pendul, der Mittelpunct des Schwunges.

Litt. Zusatz. Galilei hat die ersten Gründe der Lehre vom Pendul in der oben §. 28. Zus. angeführten Schrift gelehrt, Huygens sie sehr erweitert, s. C. Huygenii Horologium oscillatorium Par. 1653 Fol. Das mathematische hieher gehörige findet man in Kästners höh. Mech. II, 25 folg. Eine genaue und bequeme Vorrichtung die Länge des Secundenpenduls zu finden, giebt von Zach an, in Bode's Sammlung astronom. Abhandlung. Gotha 1793. 1 B. S. 175.

§. 46.

Bisher haben wir die Körper als durchaus fest betrachtet, jetzt müssen wir die starren Körper in dem Zustande untersuchen, wo ihre Theile verschoben werden. Hieher gehört zuerst die Lehre von dem Stoße der starren Körper; denn da nach §. 19. der Stoß nicht in einem Augenblicke vollbracht, auch die Bewegung der stoßenden Körper nicht plötzlich geändert wird, so müssen beide

beide Körper noch während des Stoßes sich gegen einander bewegen, welches nicht anders möglich ist, als wenn sie zusammengedrückt werden, oder einen Eindruck erleiden. Sie widerstehen daher beyde durch absolute Elasticität. Der Stoß zweyer Körper auf einander heißt centrisch, wenn die Richtung des Stoßes durch die Schwerpuncte beider Körper geht, recentrisch, wenn dieses nicht ist, er heißt gerade, wenn seine Richtung auf die Ebene, worin beide Körper im Anfange des Stoßes einander berühren, senkrecht ist, sonst schief. Beym centrischen Stoße darf man nach §. 43. nur die Bewegung der Schwerpuncte untersuchen. Weil während des Stoßes eine Zeit verfließt, so könnte man alles aus §. 20. herleiten, aber man erhält dieselben Resultate, wie §. 18. wenn man sich die Massen im Schwerpuncte versammelt vorstellt. Den schiefen Stoß muß man in den geraden durch Zerlegung der Bewegungen verwandeln. Der recentrische Stoß erfodert umständlichere mathematische Untersuchungen. Mittelpunct des Stoßes nennt man diejenige Stelle des stoßenden Körpers, welche, wenn sie aufgehalten wird, die Ruhe des ganzen stoßenden Körpers zur Folge hat.

Math. Zusatz. Man behalte die Zeichen §. 18. Ein Theil des Eindruckes sey in der

Zeit

Zeit t gemacht, und die Geschwindigkeit der Masse M am Ende dieser Zeit $= x$, der Masse $m = y$, p sey der Widerstand durch absolute Elasticität, welcher einerley bey gleichartigen Körpern ist. Aus §. 20, 28. folgt, $dx = -\frac{2gpdt}{M}$, weil die Wirkung von p der Richtung von x oder C entgegen gesetzt ist, und $dy = \frac{2gpdt}{m}$, daher $Mdx + mdy = c$. Dieses integrirt giebt $Mx + my =$ Const. und da x im Anfange des Stoßes $= C$, $y = c$ ist, Const $= Mc + mc$. Am Ende des Stoßes wird $y = x$, oder es ist kein Stoß mehr möglich, wenn die Körper gleiche Geschwindigkeiten haben, also $Mx + mx = MC + mc$, $x = \frac{Mc + mc}{M + m}$ völlig wie §. 18, wenn man c nach Umständen negativ setzt.

Litt. Zusatz. S. besonders Karstens Lehrbegrif der ges. Math. 4 Thl. Abschn. XV—XVIII. und daselbst. §. 253. über den Eindruck, welchen weiche Wände durch den Stoß harter Körper leiden.

§. 47.

Der gerade centrische Stoß vollkommen relativ elastischer Körper ist hieraus leicht zu bestim-

stimmen. Jeder der stoßenden Körper, stellt seine Gestalt, welche durch den Eindruck verändert wurde, mit derselben Gewalt wieder her, welche jenen Eindruck zu machen erfoderlich war, und mit dieser treibt er auch den andern Körper, der ihn jetzt berührt, fort. Es verlohr ein jeder Körper einen Theil seiner Größe der Bewegung im Stoße nach und nach durch die absolute Elasticität des andern, und da die letztere auf eben die Art die Form des andern Körpers wieder herstellt, so erhält der erstere nach und nach dieselbe Größe der Bewegung aber in entgegengesetzter Richtung wieder, welche er im Stoße verlohr. Die Masse M ändert ihre Bewegung im Stoße um $MC - Mx$ (§. 18.) dieser erhält sie durch die relative Elasticität von m wieder, also ist ihre Bewegung nach dem Stoße $= Mx - (MC - Mx) = 2Mx - MC$, Geschwindigkeit (§. 14.) $= 2x - C$. Die Masse m ändert ihre Bewegung im Stoße um $mc - mx$, ihre Bewegung nach dem Stoße ist $mx - (mc - mx) = 2mx - mc$, Geschwindigkeit $= 2x - c$, oder wenn c negativ ist $= 2x + c$. Kann m nicht weichen, oder ist m unendlich groß so erhält man $2x - C = \frac{2MC}{M+m} - C = -C$, der Körper M springt mit derselben Geschwindigkeit in gerade entgegengesetzter Richtung zurück.

rück. Für unvollkommen relativ elastische Körper ist die Rückwirkung durch Elasticität kleiner, um wie viel läßt sich aber nur durch Erfahrung ausmachen. Wenn eine Reihe vollkommen relativ elastischer Körper ruhet, und der erste stößt an den zweyten so daß die Richtung des Stoßes gerade durch aller Schwerpuncte geht, so erhält der dritte eine größere Geschwindigkeit, als er durch denselben Stoß des ersten Körpers allein würde erhalten haben, wofern die Größe des zweyten zwischen die Größe des ersten und dritten fällt u. s. fort. Der letzte Körper in einer Reihe beständig abnehmender vollkommen relativ elastischer Körper kann also durch den Stoß des ersten an den zweyten eine viel größere Geschwindigkeit als der erste bekommen.

Ein vollkommen relativ elastischer Körper C Fig. 3. stoße auf die Fläche eines andern ebenfalls vollkommen relativ elastischen Körpers in einer Ebene, welche auf jene Fläche senkrecht ist (AB stelle den Durchschnitt beider Ebenen vor) mit der Geschwindigkeit und in der Richtung CD. Man zerlege diese Bewegung in AC senkrecht auf AB und CF damit parallel, so wird diese durch den Stoß nicht geändert, der Körper geht nach demselben mit DB = CF fort, jene aber wird in DF = AC verwandelt. Aus DB, DF entsteht die zusammengesetzte Bewegung

gung DE, und EDB = CDA, weil BE = DF = AC, DB = CF = AD und EBD = R = CAD. Diese Zerlegung und Zusammensetzung findet auch während des Eindruckes Statt, und die genannten Bewegungen sind alle in einerley Ebene (§. 7). Ein vollkommen relativ elastischer Körper springt also von einem andern nicht weichenden gleichfalls vollkommen relativ elastischen Körper, unter demselben Winkel, mit derselben Geschwindigkeit und in derselben Ebene zurück, als er anstieß.

Litt. Zusatz. Huygens, Wrenn und Wallis entdeckten diese Gesetze fast zugleich, s. Abh. zur Naturgeschichte Physik und Oekonomie aus den Phylos. Transact 1 B. 1 Th. Leipzig 1779. gr. 4. S. 147. Das mathematische hieher gehörige findet man in Kästners höh. Mechanik III, 132—172. Karstens Lehrbegrif 4 Th. XV—XVI. Abschnitt. Versuche darüber stellt man mit der Procussionsmaschine an, s. Gehlers Wörterbuch dies. Art.

§. 48.

Man trift bey den starren relativ elastischen Körpern die attractive, expansive und reluctive Elasticität an, doch ist die erstere am stärksten und häufigsten vorhanden, scheint auch an der letztern, welche aus den beiden erstern zusammen

mengesetzt ist, den größten Antheil zu haben. Manche starre Körper zeigen nur dann eine beträchtliche Elasticität, wenn sie schon stark gedehnt oder gespannt sind, (doch darf diese Spannung auch nicht gar zu stark seyn), z. B. alle Fibern animalischer und vegetabilischer Substanzen, umgekehrt werden viele Metalle durch das Zusammenpressen (Hämmern) mehr elastisch. Man sieht hieraus, daß die relative Elasticität von einem Verschieben der Theile wahrscheinlich herrühre, wodurch erst die Wirkungen der anziehenden und ausdehnenden Kräfte der gröbern Theilchen merklich werden. Viele starren Körper verliehren einen Theil ihrer Elasticität, wenn sie lange gespannt bleiben, werden unvollkommner elastisch, welches von dem Eindringen einer fremden Materie, z. B. der Feuchtigkeit zu kommen scheint. Von gespannten Fibern hat man bemerkt, daß die Gewichte, welche gleiche Fibern unter verschiedenen Spannungen gleich stark verlängern, sich wie die Spannungen, die kleinsten Verlängerungen und Beugungen einer und derselben Fiber, sich wie die verlängernden und beugenden Kräfte verhalten. Eine gespannte Saite ACB Fig. 7. werde durch eine Kraft in die Lage ADB gebracht, so wird wenn diese Kraft nachläßt, der Punct D nach A und B zugleich gezogen, woraus eine zusammengesetzte

Bayerische Staatsbibliothek München

Bewegung nach DC entsteht, die zugleich beschleunigt ist, da die anziehende Kraft unaufhörlich wirkt. In der Lage ACB wird die Saite nicht ruhen, der Punct D wird mit der erhaltenen Geschwindigkeit über ACB hinaus nach E gehen, bis diese durch die anziehende Kraft aufgehoben ist, dann wird er durch dieselbe nach C zurückgetrieben, darauf nach B gehen und so fort bis andere Hindernisse, z. B. das Reiben zwischen den Theilchen die Saite zur Ruhe bringen. Wir nennen Bewegungen dieser Art Schwingungen und sagen, die Saite schwinge. Alle Schwingungen, oder alle Entfernungen von ACB nach irgend einer Seite geschehen in einerley Zeit. Die Zahl der Schwingungen einer Saite in einer Secunde ist $= \pi \cdot \sqrt{\frac{S.P}{L.G}}$, wo π den Umkreis für den Durchmesser $= 1$, P die spannende Kraft, S die Länge des Secundenpenduls für eine Schwere $= 1$, G das Gewicht, L die Länge der Saite bedeuten und S, π beständig sind. Also verhält sich diese Zahl wie $\sqrt{\frac{P}{L.G}}$, und wenn L sich verhält wie G, welches überall bey gleich dicken Saiten der Fall ist, so verhält sie sich, wie $\frac{\sqrt{P}}{L}$. Rechnungen und Erfahrungen zeigen, daß ein ela-

stischer

Bayerische Staatsbibliothek München

stischer schwingender Körper seine erste Lage oft einmahl und mehrere Mahl schneide, welche Stellen, Schwingungsknoten heißen.

Bey elastischen Stäben verhält sich die Zahl der Schwingungen in gleichen Zeiten wie $\sqrt{\frac{E}{L^2 G}}$, wenn E die specifische Elasticität anzeigt. Ein Mittel, die Schwingungen elastischer Körper zu erfahren, hat Chladin gelehrt. Man bestreue nämlich den gehörig befestigten Körper mit Sand, setze ihn durch Streichen mit einem Geigenbogen in Schwingungen, so zeigen die Stellen, wo der Sand ruhig bleibt die Schwingungsknoten, die Töne, welche er giebt, die Zahl seiner Schwingungen in einer gewissen Zeit an, wie die Folge lehren wird.

Litt. Zusatz. Ueber die Schwingungen der Saiten s. Gravesande Elem. Physic. T. I. L. I. c. 29, das mathematische findet man kurz in Kraftii Mechanica latine redd. a Nic. Tetens Bütz. 1773, Pr. XX Add. XIV. vergl. Gehlers Wörterbuch Art. Elasticität. Ueber die Schwingungsknoten, Voigt N. Journal der Phys. II, 352. Ueber die Schwingungen der Stäbe, Striefen u. dergl. Euler Com. Petrop. 1779. P. I, p. 113. Riccati Memor. di Malem-e Fisica Veron. 1782. T. I. Ueber die Schwingungen anderer Körper, Chladin Entdeckungen über die Theorie

des Klanges. Leipz. 1781. 4. auch in den Neuest. Schrift. d. Berl. naturforf. Gesellsch. 1 B. Die Saiten schwingen wie Chladin gelehrt hat auch ihrer Länge nach, durch Zusammenziehen und Ausdehnen, s. Chladin über die Longitudinalschwingungen der Saiten und Stäbe. Erfurt 1796. 4.

§. 49.

Die Schwingungen elastischer Körper, so fern sie auf unser Gehör wirken, bringen die Empfindung des Schalles hervor, und man nennt daher solche hörbare Schwingungen, welche auf einmahl empfunden werden, einen Schall. Hievon überzeugen uns die von selbst sichtbaren, oder nach §. 48. sichtbar gemachten Schwingungen der elastischen Körper, auch die Erscheinung, daß im geringen Grade relativ elastische Körper nicht stark schallen, und den Schall anderer Körper dämpfen. Diese hörbaren Schwingungen oder der Schall pflanzt sich durch alle relativ elastischen Körper, starre sowohl als flüßige z. B. Luft fort. Von dieser letzten Fortpflanzung ist hier noch nicht die Rede. Die Fortpflanzung des Schalles ist auch die Ursache, daß ein Körper andere mit zum Schallen bringt. Langsame Schwingungen, deren zu wenige in einer gegebenen Zeit auf einander folgen, werden

den nicht gehört, eben so wenig zu kleine Schwingungen, wo der Körper sich nicht merklich von seiner ruhigen Lage entfernt. Der Schall ist **stark**, wenn der Köeper, welcher ihn erregt, große Schwingungen macht, wir empfinden ihn aber nur dann stark, wenn die Schwingungen, welche unser Ohr treffen, stark sind, er ist **durchdringend**, wenn die Schwingungen einander schnell folgen.

Litt. Zusatz. Der Schall ging durch hölzerne Latten von 864. Fuß Länge in einer nicht anzugebenden kleinen Zeit, s. Wünsch Samml. der deutschen Abhandlung welche der königlichen Akad. der Wiss. zu Berlin vorgelesen worden. Berlin 1793. 1 Thl. Nach Perolle pflanzt er sich sogar besser durch starre Körper, als durch atmosphärische Luft fort. Mem. de l' Acad. d. Scienc. d. Turin Vol. V.

§. 50.

Ein Schall, welcher durch gleichzeitige Schwingungen des schallenden Körpers entsteht, heißt ein **Klang**, er zeichnet sich überhaupt genommen, vor jedem andern Schalle durch eine besondere Annehmlichkeit aus. Unter den Umständen, welche wir oben §. 48. betrachtet haben, klingt eine Saite. Einen durchdringenden Klang nennen wir **höher**, einen weniger durch-

drin-

dringenden, tiefer, und der Klang in Rücksicht auf Höhe und Tiefe heißt ein Ton. Die Erfahrung lehrt, daß die Töne einer klingenden Saite desto höher sind, je schneller die Schwingungen derselben der Rechnung nach, auf einander folgen. Wenn man eine überall gleich dicke gespannte Saite in mehrere Theile theilt, so erhält man immer höhere Töne von diesen Theilen, je weiter die Theilung fortgesetzt wird, und dann verhält sich auch die Zahl der Schwingungen wie L §. 48. oder ist desto größer, je kleiner der Theil der Saite ist. Man bemerkt nicht selten, daß ein klingender Körper zugleich mehrere Töne giebt, welches von den verschiedenen Schwingungen zwischen den Schwingungsknoten herrühren kann. Einige Töne klingen zugleich empfunden angenehmer, machen eine Consonanz, als andere, von denen man sagt, daß sie eine Dissonanz machen. Die Zahlen der Schwingungen jener erstern Töne stehen zu einander in Verhältnissen, welche sich durch wenig und kleine Zahlen angeben lassen, welches bey den Dissonanzen der Fall nicht ist. Doch sind kleine Abweichungen von den erstern Verhältnissen, wenn sie nur gleich durch große Zahlen ausgedrückt sind, nicht merklich unangenehm. Hierauf beruht die Musik, die aber mehr ein Gegenstand der Psychologie als der Physik ist.

Litt.

Litt. Zusatz. Unter den Schriften über dem physikalischen Theil der Musik führe ich nur an: Tentamen novae Theoriae musicae aut. L. Eulers Petrop. 1739. 4. maj. Funk vom Schall und Ton in Leipz. Magaz. z. Naturkunde u. s. w. herausg. von Funk, Leske und Hindenburg, 1 B. S. 88, 210, 463. Chladin's oben §. 48. Zus. angeführte Schriften.

§. 51.

Wir gehen zur Betrachtung der starren Körper fort, wenn ihre Theile getrennt werden. Die absolute Festigkeit verhält sich bey gleichartigen Körpern, wie die Flächen, welche getrennt werden sollen und eben dieses gilt auch von der relativen. Bey verschiedenen Körpern verhalten sich ihre Festigkeiten gerade wie die kleinsten Gewichte, wodurch gleiche Flächen abgerissen werden, verkehrt wie die durch gleiche Gewichte abgerissenen Flächen. Bey der respectiven Festigkeit ist das statische Moment der zerbrechenden Kräfte zu erwägen. Die Verhältnisse der respectiven Festigkeit zweyer rechtwinklichter Parallelepipeden von einerley Art und absoluten Festigkeit sind aus den geraden Verhältnissen der Breite, des Quadrats der Dicke, und dem umgekehrten der Länge zusammengesetzt, dieselben Verhältnisse zweyer gerader Cylin-

Cylinder sind aus dem geraden der Würfel ihrer Durchmesser, und dem umgekehrten der Länge zusammengesetzt. Diese Sätze leiden in der Erfahrung manche Ausnahmen, besonders weil die Körper nicht durchaus gleich stark sind, nicht auf einmahl reißen, und die Elasticität der Fasern oft mit in Betrachtung zu ziehen ist. Nach Buffons Versuchen nehmen längere Balken von Holz mehr ab, und höhere weniger zu, als die Regeln angeben. Stoßen Körper, z. B. Kugeln gegen andere, die nicht weichen können, zerreißen sie dabey einige Theile in den letztern und machen auf diese Art Eindrücke, so verhalten sich die Tiefen dieser Eindrücke, wie das specifische Gewicht der Kugeln, ihr Umfang, und das Quadret ihrer Geschwindigkeit, aber verkehrt wie die Festigkeit des Körpers, worin der Eindruck gemacht wird. Diesen letztern Satz haben Versuche bestätigt.

Litt. Zusatz. Die Regel für die respective Festigkeit hat Galilei zuerst in der §. 28. Zus. angef. Schrift gelehrt. S. Karstens Lehrbegriff 3 Thl. IX. Abschn. Ueber die Stärke des Holzes Buffon in Mem. de l' Acad. d. Sc. 1740 S. 153, 1741. S. 292. Hamb. Magaz. 5r B. S. 506. Ueber die Festigkeit der Röhren s. Robins Grundſ. d. Artillerie mit Anm. v. Euler. Berl. 1745. S. 238. Kästners Hydrodynamik §. 45.

§. 45. folg. Langsdorfs Hydraulik Kap. II. Ueber den letztern Satz Robins a. a. O. S. 712. Karstens Lehrbegr. 4 Th. §. 249. folg.

§. 52.

Das Reiben (frictio) nennen wir das Hinderniß der Bewegung beym Verschieben der Körper, wenn sie dabey an einander gedrückt werden. Es hindert z. B. die Bewegung des Hebels um den Ruhepunct, des Penduls um den Aufhängepunct, den Fall der Körper auf der schiefen Ebene u. s. w. Die Ursache desselben liegt in den Erhöhungen und Vertiefungen auf der Oberfläche der Körper, und die Größe desselben beruht auf der Größe, Menge und Festigkeit dieser hervorragenden Theilchen, welches beym Verschieben abgerissen oder gebeugt werden, oder die Körper in die Höhe heben. Die Reibung ist anders im Anfange der Bewegung, als nach erfolgter Bewegung, und die erstern gewöhnlich kleiner unter übrigen gleichen Umständen. Die Größe der Reibung steht mit der Größe der sich reibenden Flächen nicht in geraden Verhältnisse, sondern ist weit kleiner, die Größe desselben hat überhaupt nur Einfluß bey ansehnlich rauhen Flächen, ferner wenn der Zusammenhang einer zwischen die Flächen gebrauchten Materie (z. B. bey geschmierten hölzernen Flächen) oder die Adhäsion

häsion derselben (z. B. bey ungeschmierten Metallplatten) das Reiben ändert. Die Größe des Drucks der Körper an einander, welche verschoben werden, hat einen weit größern Einfluß auf das Reiben. Sieht man das letztere als eine bewegende Kraft an, welche der Bewegung des Körpers entgegen wirkt, so läßt sich ihr Verhältniß zum senkrechten Drucke der Körper auf einander als bestimmt denken, und der Exponent dieses Verhältnisses heißt die Reibungszahl, oder der Reibungscoefficient. Man bestimmt ihn durch Versuche mit dem Verschieben horizontaler Flächen, mit dem Falle der Körper auf der schiefen Ebene, dem Tribometer u. s. w. Er ist keine beständige Größe verschiedene Körper, wie manche Physiker geglaubt haben, sondern für verschiedene Körper ebenfalls verschieden. Alles was die Rauhigkeit der Körper vermehrt, mehrt auch das Reiben. Man mindert das Reiben, wenn man die Körper nicht lange an einander verschieben, sondern über einander hinrollen läßt, wenn man den Druck derselben auf einander mindert, wenn man solche Körper an einander sich verschieben läßt, welche der Erfahrung zufolge sich weniger reiben, oft auch (doch nicht immer) wenn man die Vertiefungen derselben durch klebrige Materien ausfüllt, wodurch auch die Körper etwas von einander entfernt

fernt werden, und wenn man ungleichartige Körper an einander verschieben läßt.

Wenn starre Körper sollen gebogen werden, so äußert sich das Reiben zwischen ihren Theilchen. Die mindere Biegsamkeit der Seile (Steifigkeit), ein wichtiges Hinderniß beym Maschinen, rührt daher.

Litt. Zusatz. S. M. Metterich von dem Widerstande der Reibung, wo sich auch eine Geschichte dieser Lehre findet, ferner Gehlers Wörterbuch 3r und 5r Thl. besonders aber Lempe Maschinenlehre. Leipzig, 1795. 4. S. 76. folg. und daselbst. S. 80, 81. über die Steifigkeit der Seile.

§. 53.

Wenn feste Körper mit ihren Oberflächen mit einander in Berührung gebracht werden, so setzen sie den Kräften, welche sie wiederum zu trennen streben, einen Widerstand entgegen, der sich auch im Luftleeren Raume zeigt. Wir nennen diese Erscheinung das Anhängen (adhaesio) der Körper, und sehen es als die Folge einer anziehenden Kraft an. Es ist desto stärker, je glatter und je größer die Flächen sind, welche mit einander in Berührung kommen, es

scheint

scheint also mit der Menge der Berührungspuncte in einem geraden Verhältnisse zu stehen. In einer sehr kleinen Entfernung äußert es sich noch, in einer größern aber nicht mehr. Die Lehre von dem Anhängen der starren Körper, ist in so fern hier zu erwähnen, als dabey Mittheilung der Bewegung der starren Körper im Zuge vorkommt. Genauer wird von Adhäsion überhaupt unten §. 62. gehandelt.

Litterarischer Zusatz zu diesem Kapitel.

Wichtige Schriften über die Bewegung der festen und starren Körper, außer den Lehrbüchern der angewandten Mathematik, sind folgende: Euleri Mechanica Petrop. 1736. V. 2. 4. enthält auch viel, was zum ersten Abschnitte gehört. Ej. Theoria motus corporum solidorum et rigidorum Gryph. 1790. 4. Ed. 2da betrifft besonders das Drehen fester Körper. D'Alembert Traité de Dynamique. Par. 1752. 4. Ed. 2. besonders über die Gründe der Mechanik. De la Grange Mechanique analitique. Par. 1788. 4. Krafts oben §. 48. Zusatz angeführtes Werk. Prony Nouvelle Architecture hydraulique. Par. 1790. gr. 4. I. P. Kästners Anfangsgründe der höhern Mechanik 2te Auflage Gött. 1793. enthält

hält auch viel zum vorigen Kapitel und zur Naturwissenschaft gehöriges wie Euler und d'Alembert.

Zweytes Kapitel.

Von den flüßigen und tropfbaren Körpern.

§. 54.

Die flüßigen Körper lassen sich wiederum in ätherische, tropfbare und luftförmige abtheilen. Die erstern zeigen weder Gegenwirkung noch Gewicht, und sind also von allen andern Materien so sehr verschieden, daß jeder derselben für sich besonders betrachtet werden muß; die beiden letztern unterscheiden sich bloß durch den Grad ihrer relativen Elasticität von einander. Die tropfbaren Körper z. B. Wasser, Weingeist, sind nicht ohne alle relative Elasticität, wie man sonst glaubte, man hat diese durch neuere Versuche erwiesen, ob gleich eine beträchtliche Kraft dazu gehört, sie einigermaßen zusammen zu drücken. Allein es ist ebenfalls durch unleugbare

Ver-

Versuche dargethan, daß sich der Schall durch solche tropfbare Körper fortpflanzt, welches uns berechtigt, Zusammenziehungen und Ausdehnungen als Folgen einer relativen Elasticität in ihnen anzunehmen. Hier ist nur die Schwierigkeit, daß solche durch eine weit geringere Kraft möglich sind, als das Zusammenpressen, wenn es merklich werden soll. Wir müssen folglich annehmen, ihre relative Elasticität, welche so leicht zu erregen ist, sey in äußerst enge Grenzen eingeschloßen, und überschreite diese nicht anders, als bis sie durch eine sehr große Kraft dazu genöthigt wird. Dadurch unterscheiden sich nun vorzüglich die tropfbaren Körper von den Luftförmigen, deren relative Elasticität für unsere jetzige Erfahrung so unbegrenzt ist, daß jede Vermehrung des Druckes ihr Volumen mindert, jede Verminderung dasselbe vermehrt. Weil die Bewegungen der letztern fast ganz allein von dieser Elasticität abhängen, so verdienen sie auch eine besondere Betrachtung, bey den tropfbaren Körpern dürfen wir hingegen die relative Elasticität ganz bey Seite setzen, so fern sie größere Verdichtung bewirkt.

Litt. Zusatz. Ueber die relative Elasticität der tropfbaren Körper s. besonders E. A. W. Zimmermann über die Elasticität des Wassers. Leipz. 1779. 8. Erfahrungen, daß der Schall sich durch

durch Wasser fortpflanze hat Gehler in seinem Wörterb. Art. Wasser 4r B. S. 633. gesammelt, wozu man noch die Erfahrungen von Perolle Mem. de l' Acad. d. Sc. d. Par. V. v. Voigts Magaz. 10ter B. setzen kann.

§. 55.

Die Oberfläche eines jeden tropfbaren Körpers in der Ruhe ist, wie die Erfahrung lehrt, eine Horizontalfläche, das Gefäß mag, welche Gestalt man will, haben, nur gegen die Ränder des Gefäßes weicht sie etwas von dieser Fläche ab, aus einer Ursache die wir unten erst betrachten werden. In Röhren, welche mit einander in Gemeinschaft stehen (comunicirenden Röhren) ihre Gestalt mag noch so verschieden seyn, fallen die Oberflächen eines und desselben tropfbaren Körpers in einerley Horizontalfläche. Dieses ließe sich zum Theil aus dem vorigen schließen, weil man in einer ruhenden flüßigen Masse jeden Theil für fest ansehen kann, (§. 34.) aber man muß noch hinzusetzen, daß in beiden Fällen die flüßige Masse (wofür wir in der Folge den kürzern Ausdruck Flüßigkeit setzen wollen) sich so lange bewege, bis sie endlich diese Horizontalfläche erreicht hat. Es folgt aus dieser Erscheinung der Satz: Jeder Theil einer Flüßigkeit drückt nach allen Seiten

mit der Gewalt, womit er nach einer gedrückt wird, auch bewegt er sich mit dieser Gewalt nach allen Seiten wenn ihm kein Hinderniß im Wege ist. Denn die geringste Verminderuug der horizontalen Oberfläche hat im Innern derselben Flüßigkeit an irgend einer Stelle eine Bewegung der Theilchen seitwärts und aufwärts zur Folge, ungeachtet nichts weiter als Gewicht oder Druck in verticaler Richtung niederwärts vorhanden ist, auch wird dann erst Ruhe, wenn in einer flüßigen freyen (von festen Körpern entfernten) Masse, neben jedem durch den Druck seitwärts getriebenen Theilchen eine eben so hohe Säule von gleichartiger Flüßigkeit steht, als die, welche diesen Druck seitwärts hervorbringt, folglich der Druck von beiden Säulen gleich ist. Die beliebige Form welche man den Gefäßen geben kann, lehrt uns noch, daß jedes Theilchen der Flüßigkeit von den festen Wänden des Gefäßes eben so stark zurückgedrückt werde, als es daran gedrückt wird, daß man folglich auch sie wie eine nur ruhende Flüßigkeit, betrachten könne, die eigentliche Flüßigteit mag sich bewegen oder nicht. Alle diese Sätze würden umgekehrt aus dem Begriffe von Flüßigkeit, als Verschiebbarkeit der Theilchen nach allen Seiten folgen.

Die

Die Ursachen dieser Erscheinungen sind nicht leicht anzugeben. Wollte man die tropfbaren Körper aus starren bloß schweren und gegenwirkenden Theilchen zusammengehäuft ansehen, so hätte man bloß den Druck durch Gewicht niederwärts, der seitwärts gehende Druck müßte viel schwächer, und der aufwärtsgehende gar nicht vorhanden seyn. Daß ein Theilchen eben so stark nach allen Seiten drücke, wie es nach einer gedrückt wird, folgt schon aus der ursprünglichen ausdehnenden Kraft der Materie. In der Physik, wo wir bis zu jener Kraft nicht fortgehen dürfen, können wir doch deu tropfbaren Körpern die absolute Elasticität nicht absprechen, welche in dieser Rücksicht auf einerley Art wirkt. Allein daraus ließe sich weiter nichts schließen, als daß jedes Theilchen sich nach der Seite wo kein Widerstand wäre, verbreiten, nicht aber dahin bewegen würde. Wir müssen also auf die relative Elasticität zurückgehen, deren Gegenwart in den tropfbaren Körpern die Fortpflanzung des Schalles höchst wahrscheinlich macht, und dann ist leicht einzusehen, wie jedes Theilchen, wenn alle zusammengedrückt sind, nach der Seite getrieben wird, wo man den Widerstand mindert oder ganz aufhebt. Wir dürfen nur dabey behaupten, daß diese Körper vollkommen relativ elastisch sind, und ihre relative

H Elasti-

Elasticität die Anziehung der Theilchen zu einander übertrifft.

Anmerk. Den hier angegebenen Satz von dem Drucke und der Bewegung eines flüßigen Theilchens nach allen Seiten, nehmen d'Alembert Traite de l' equilibr. d. fluides Art. 13. Euler de l' equilibr. d. fluid. Art. 9 in den Memoir. de l' Acad. roy. d. Sciac. d. Berl. p. 1755. an. Kant metaphys. Anfangsgr. der Naturwissenschaft S. 91. 93. erläutert es aus der ursprünglichen Elasticität. Hube nimmt in seiner Vollst. und faßl. Unterw. in der Naturk. 1 B. 23 Br. die absolute Elasticität zur Erklärung dieser Erscheinungen zu Hülfe, worüber Gehler und sein Wörterb. 5r B. S. 768. Bemerkungen macht, und nicht ganz mit Unrecht erinnert, Hube's Federkraft sey mit der Undurchdringlichkeit einerley. Beide, Hube und Gehler hätten hier leicht darauf kommen können, daß man um Undurchdringlichkeit zu denken, eine ursprüngliche Elasticität annehmen müsse. Doch gesteht Gehler mit den meisten Physikern selbst, es sey unzureichend, die Erscheinungen der Flüßigkeit aus einer Zusammenhäufung starrer schwerer Theilchen zu erklären. Ich bin in meinem Beytr.

zur Phys. und Chem. hierin Kant gefolgt, da aber aus ursprünglicher sowohl als absoluter Elasticität nur Bestreben folgt, sich nach allen Seiten auszubreiten, so finde ich mich hier genöthigt, alles auf relative Elasticität zu gründen. Die tropfbaren Körper sind dann zwar nicht durchaus dicht, wie wir gewöhnlich annehmen, aber man darf sich nur jene Ausdehnungen und Zusammenziehungen durch relative Elasticität als sehr gering denken, man darf sich nur vorstellen, jedes Theilchen (etwa Bläschen), sey nur nahe am Umfange zusammenzupressen nicht in der Mitte, und man wird die gewöhnliche Annahme ohne merklichen Fehler beybehalten dürfen.

§. 56.

Die Sätze des vorigen §. erfodern in der Anwendung noch einige Erläuterung. Wir wollen dabey den absoluten Druck der flüßigen Körper von ihrem relativen unterscheiden, jener ist nämlich die Wirkung, welche sie überhaupt vermöge ihres Gewichts in der Ruhe äußern, sie hängt also von der Menge der Materie ab, dieser ist der Druck, womit sie die Theile des Gefäßes, worin sie sich befinden, von

einander zu entfernen streben. Hier lassen sich verschiedene Fälle betrachten.

1. Die Grundfläche des Gefäßes ist horizontal, die Wände desselben darauf senkrecht. Hier ist der relative Druck der Flüßigkeit auf die Grundfläche dem absoluten gleich, denn der Seitendruck ändert nichts, weil dieser, sowohl von den Säulen der Flüßigkeit gegen einander, als auch von den Wänden des Gefäßes und gegen dieselben einander aufheben muß, wenn die Ruhe fortdauern soll. Der Druck auf den Boden verhält sich wie die Menge der Flüßigkeit im Gefäße, oder wie die Grundfläche in die Höhe und das specifische Gewicht derselben multiplicirt.

2. Die Grundfläche des Gefäßes ist horizontal, die Wände desselben von einer beliebigen Gestalt und Lage. Man ziehe von einem Theilchen an der Grundfläche eine auf sie lothrechte Linie, so wird diese bis an die Oberfläche der Flüßigkeit, oder bis an Stellen des Gefäßes reichen. In jenem Falle muß neben dieser Säule eine gleich hohe stehen, oder diese letztere muß durch den Gegendruck von festen Wänden einen Druck ausüben, welcher eben so groß ist, als ob sie gleich hoch wäre. Dieses letztere wird immer der Fall seyn, wenn das Gefäß fest genug ist, weil dieses eben so gedrückt wird, als eine Säule

bis

bis zur gedachten Höhe über diesen Stellen, und dann als relativ elastisch zurückdrückt. Im zweyten Fall leidet das oberste Theilchen einen Seitendruck, von der daneben stehenden Flüßigkeit, welcher sich zuletzt auf den Druck einer lothrechten Säule von der Oberfläche der Flüßigkeit bis zu jenem Theilchen zurückführen läßt. Man sieht also, daß man statt der festen Theile des Gefäßes zwischen der Oberfläche und Grundfläche eine Masse von Flüßigkeit sich denken kann, und daß der relative Druck auf jeden Theil der Grundfläche dem Drucke von einer Säule dieser Flüßigkeit gleich ist, welche jenem Theil zur Grundfläche und die Höhe der Flüßigkeit im Gefäße zur Höhe hat.

3. Die Grundfläche des Gefäßes ist nicht horizontal. Hier muß man den Druck für jedes so kleine Theilchen der Grundfläche berechnen, daß man es ohne merklichen Fehler für horizontal annehmen kann, wenn man den gesammten relativen Druck auf die Grundfläche finden will.

4. Auf eine ähnliche Art findet man den relativen Druck auf die Seitenwände eines Gefäßes. Jedes Theilchen der Flüßigkeit, wenn es selbst unbeträchtlich groß angenommen wird, drückt seitwärts eben so stark, wie eine lothrechte Säule derselben Flüßigkeit, welche bis an die

Ober=

Oberfläche reicht, es niederwärts drückt. Man muß also den Druck auf jedes so kleine Theilchen der Seitenwände besonders berechnen, daß man die Höhe der Flüßigkeit von der untersten und obersten Stelle des Theilchens für einerley, und es selbst für unbeträchtlich groß ansehen darf.

5. Der Druck aufwärts ist dem Drucke einer Säule von derselben Flüßigkeit gleich, welche zur Grundfläche die aufwärts gedrückte Fläche, und zur Höhe eine senkrechte Linie von der Oberfläche der Flüßigkeit auf die aufwärtsgedrückte Fläche hat. Denn die Flüßigkeit unter jener Fläche dient bloß den daneben stehenden gleich hohen Säulen das Gleichgewicht zu halten.

6. Befinden sich in jedem Schenkel zweyer communicirender Röhren eine Flüßigkeit von einem verschiedenen specifischen Gewichte, so werden sich die Höhen beider Flüßigkeiten in der Ruhe verkehrt wie die specifischen Gewichte verhalten. Denn der Druck von beiden Flüßigkeiten gegen einander muß gleich seyn, wenn Ruhe erfolgen soll, der Druck wird durch die Grundfläche, die Höhe und das specifische Gewicht einer Säule bestimmt, und da die Grundflächen hier gleich sind, so müssen die Producte aus dem specifischen Gewichten in die Höhen einander gleich

seyn,

seyn, das heißt, die Höhen müssen sich verkehrt wie die specifischen Gewichte verhalten.

Diese Sätze lassen sich durch manche Versuche z. B. mit der Wassertrommel, dem anatomischen Heber u. s. w. bestätigen, man macht selbst im Großen zur Bewegung von Maschinen, die man Wassersäulenmaschinen nennt Gebrauch davon, sie dienen zur Bestimmung des Wasserdrucks auf die Seitenwände der Kanäle, Dämme u. s. w. Der Seitendruck loser Erde, sofern man sie als einigermaßen flüßig ansehen darf, läßt sich ebenfalls daraus schätzen, denn ein starrer Körper nähert sich einem flüßigen Körper desto mehr, je beweglicher seine Theile werden.

Litt. Zusatz. S. die Lehrbücher der angew. Math. Hydrostatik, über die Wassersäulenmaschinen. Langsdorfs Hydraulik 20tes Kapitel über den Seitendruck. Kästners Hydrodynamik. S. 1. folg.

§. 57.

In einer Flüßigkeit befinde sich ein fester Körper, das heißt ein starrer, oder ein anderer ruhender flüßiger Körper. Er wird von jener Flüßigkeit, eben so gedrückt, als eine Flüßigkeit derselben Art, welche sich an seiner Stelle befinden könnte, und der Druck, womit eine solche aufwärts gedrückt wird, ist immer dem Gewichte

gleich,

gleich, mit dem sie zu sinken strebt, wenn sie ruhen soll. In der Anwendung lassen sich drey Fälle unterscheiden.

1. Der feste Körper hat dasselbe specifische Gewicht, als die Flüßigkeit. Dann wird er eben so am Sinken gehindert, wie die Flüßigkeit an seiner Stelle, er wird völlig ruhen, wenn sein Schwerpunct in dieselbe lothrechte Linie fällt, worin vorher der Schwerpunct der Flüßigkeit an seiner Stelle lag. In jeder andern Lage wird er sich drehen.

2. Der feste Körper ist specifisch leichter, als die Flüßigkeit, worin er sich befindet, wenigstens an seiner Stelle seyn würde. Dann kann er dem aufwärtsgehenden Drucke derselben keinen Widerstand leisten, weil ihm dazu das nöthige Gewicht fehlt, er wird in die Höhe getrieben und zwar mit einer Gewalt, welche dem Unterschiede seines Gewichts und des aufwärtsgehenden Druckes der Flüßigkeit gleich ist. Doch wird er, wenn er nicht ganz ohne Gewicht ist, etwas auf der Oberfläche einsinken, und zwar so tief, bis die Flüßigkeit, welche er aus seiner Stelle treibt, so viel wiegt, als er selbst. Auch wird er sich so lange drehen, bis der Schwerpunct die gehörige Lage erreicht hat, und dann sagen wir, er schwimme.

In

In specifisch leichtern Materien sinkt also in diesem Falle ein Körper tiefer ein, als in specifisch schwerern. Aus dem vorigen und dem 32. §. folgt leicht: Die specifischen Gewichte zweyer flüßiger Körper verhalten sich verkehrt, wie die Volumina der eingetauchten Theile eines und desselben Körpers; und wenn ein Körper in zwey Flüßigkeiten eingetaucht wird, so verhalten sich ihre specifischen Gewichte, wie die Summen aus dem Gewichte des Körpers und den Gewichten, welche man zulegen müßte, um ihn bis zu der gegebenen Tiefe einzutauchen. Hierauf beruhen die Aräometer (Hydrometer, Senkwagen, baryllia) die man in Aräometer mit Scalen, welche auf dem ersten und Aräometer mit Gewichten; welche auf dem zweyten Satze beruhen, eintheilen kann. Die Bierproben, Branteweinsproben, Salpeterspindeln u. s. w. gehören zu den erstern. Da die Wärme das specifische Gewicht der Körper ändert, so muß man darauf Rücksicht nehmen.

Körper die specifisch schwerer sind, als eine Flüßigkeit, lassen sich durch Verknüpfung mit specifisch leichtern, also auch durch Aushöhlung dahin bringen, daß sie auf derselben schwimmen. Hierauf beruhen die Schiffe, Pontons, Kameele, Schwimmgürtel u. s. w.

3. Der

3. Der feste Körper ist specifisch schwerer, als die Flüßigkeit an seiner Stelle seyn würde. Es wird alsdenn nur so viel von seinem Gewichte aufgehalten, als die Flüßigkeit an seiner Stelle wiegen würde, mit dem übrigen sinkt er. Daher scheint es, als ob er an seinem absoluten Gewichte verliere. Dieser Verlust eines Körpers in verschiedenen Flüßigkeiten giebt das Verhältniß ihrer specifischen Gewichte an. Aber das Verhältniß seines Verlustes ($= p$) zu seinem absoluten Gewichte $= P$ ist dem Verhältniße des specifischen Gewichtes dieser Flüßigkeit und des Körpers gleich. Man setze das erstere $= 1$, wie dieses mit dem reinsten Wasser zu geschehen pflegt, und nenne das specifische Gewicht des Körpers x, so ist $p : P = 1 : x$ und $x = \frac{P}{p}$. Man findet also das specifische Gewicht eines Körpers gegen das specifische Gewicht des Wassers $= 1$, wenn man sein absolutes Gewicht durch seinen Verlust in diesem Wasser dividirt. Um den Verlust des Körpers zu finden muß man beym Eintauchen des Körpers auf die Wärme Rücksicht nehmen, er muß mitten in der Flüßigkeit schweben, keine anhängende Luftblasen und zufällige Höhlungen enthalten. Specifisch leichtere Körper, als die Flüßigkeit, flüßige, auflösbare Materien schließt man in Gefäße ein, die

die specifisch schwerer sind, als die Flüßigkeit, man sucht das specifische Gewicht des Ganzen und des Gefäßes für sich, wo der Unterschied das specifische Gewicht des eingeschloßenen Körpers angiebt, der negativ einen Bruch anzeigt.

Litt. Zusatz. S. die Lehrbücher der angewandten Mathematik. Ueber Aerometrische und Hydrostatische Wagen s. diese Art. in Gehlers Wörterb. 1. 4. und 5ter B. über das Schwimmen das. 3. und 5r B. wozu man noch eine neuere Schrift L'uomo galleggiante d' Oronzio Bernardi. Nap. 1794. P. 1. 4. setzen kann, worin gezeigt wird, daß der Mensch specif. leichter, als des Wasser sey.

Die Lehren von dem Gleichgewichte der tropfbaren Körper gegen einander oder mit festen Körpern, trägt man unter dem Namen Hydrostatik in der angewandten Mathematik vor. Die folgende Lehre von der Bewegung tropfbarer Körper heißt Hydraulik oder Hydrodynamik.

§. 58.

Man denke sich eine ruhende Flüßigkeit in einem Gefäße, welches im Boden eine sehr kleine Oeffnung erhält, wodurch sie anfängt auszufließen. Ein Theilchen in dieser Oeffnung, wenn

sein

sein Fall durch irgend etwas, wie Reibung am Gefäße, Druck der Luft u. s. w. verzögert wird, leidet von allen Theilchen in einer lothrechten Linie über ihm einen Druck, und die Geschwindigkeit, womit es anfängt sich zu bewegen, muß von diesem Drucke abhängen. Nimmt man die Flüßigkeit als eine durchaus stete Materie an, so ist es einerley, ob die Schwere durch dieselbe ihre Wirkung auf einmahl ausübt, oder ob dieses nach und nach geschieht, indem das Theilchen von derselben Höhe ungehindert herabfällt. Die verschiedene Menge der Materie, oder das specifische Gewicht der Flüßigkeit kann hierin keine Aenderung machen, weil die Masse des Theilchens, welches bewegt werden soll, ebenfalls in demselben Verhältniße wächst. Das Theilchen wird also mit einer Geschwindigkeit anfangen sich zu bewegen, die sich wie die Quadratwurzel aus der Höhe der Flüßigkeit in dem Gefäße verhält (§. 28.) welches auch Versuche bestätigen. Bestimmt man diese Höhe gehörig nach §. 55, so läßt sich dieses ebenfalls auf Oeffnungen in den Seitenwänden der Gefäße, wie auch auf Oeffnungen anwenden, woraus die Flüßigkeit aufwärts getrieben wird. Bey einem fortgesetzten Ausfluße gilt dieser Satz nur, wenn die Flüßigkeit im Gefäße immer ruhet, wozu erforderlich ist, daß die Oeffnung gegen dem Inhalt des Ge-

Gefäßes sehr klein, eigentlich unendlich klein sey. Der Ausfluß der Flüßigkeiten durch Oeffnungen, welche gegen dem Inhalt des Gefäßes beträchtlich sind, läßt sich keinen bestimmten Gesetzen unterwerfen, aber die Oeffnungen in einem Gefäße können für sich beträchtlich, und doch gegen den Inhalt des Gefäßes unbeträchtlich seyn. Die Menge der Flüßigkeit, welche aus einer Oeffnung, oder durch einen Querschnitt des Gefäßes fließt, ist, wie leicht erhellt, dem Producte aus der Fläche derselben, der Geschwindigkeit, der Zeit des Ausflußes oder Durchflußes und dem specifischen Gewichte der Flüßigkeit gleich. Die dicht einander folgende nach einer Richtung fließende Masse nennt man wohl einen Strahl.

Allein die Schichten der Flüßigkeit im Gefäße müssen, ehe sie durch die sehr kleine Oeffnung gehen, ebenfalls sehr klein werden. Man nimmt an dieses geschehe nicht plötzlich, sondern von der Oberfläche an nach und nach, man sagt, die Flüßigkeit bilde einen Strudel, es entstehe gleichsam ein Sphäroid von bewegter ausfließender Materie, in einer ruhenden flüßigen Masse. Wirft man kleine Stückchen von gefärbten starren Körpern hinein, so sieht man sie wirklich gegen die Oeffnung in einer krummen Linie fortgehen. Dieser Umstand würde an den Sätzen des vorigen §. nichts ändern, wenn das Gefäß ein

ein eben so gebildetes Sphäroid wäre. In jedem andern Falle muß die ruhende Flüßigkeit von der Bewegten zurückgehalten werden, es wird also ein Theil der Kraft welcher sonst zur Beschleunigung des Ausflußes verwendet würde, hiezu angewandt. Daher rührt die Zusammenziehung des Strahles in einiger Entfernung von der Oeffnung, so daß nach Boßuts Versuchen die Fläche eines auf die Richtung des Strahles senkrechten Querschnittes sich zur Oeffnung, wie 62 : 100 verhält. Bringt man in die Oeffnung eine kurze Röhre, oder ist sie in einem dicken Boden, so wird dadurch die ruhende Flüssigkeit zum Theil aufgehoben, und der Querschnitt des Strahles verhält sich nun zur Oeffnung, wie 81 : 100. Lange Röhren verzögern aber den Ausfluß beträchtlich, weil die Flüßigkeit an den Rauhigkeiten der Wände einen Widerstand leidet, auch sich an diese Wände anhängt, vielleicht auch weil wir die Versuche mit nicht vollkommen flüßigen Materien anstellen müssen. Dadurch entsteht nun auch ein Seitendruck auf die Wände, den sonst eine fortfließende Materie nicht leisten kann. Alle diese Sätze sind von einem äußerst häufigen Gebrauche, um die Menge des ausfließenden Wassers aus seinen Behältern zu berechnen. Fließt die Materie aus einer Seitenöffnung, so drückt sie bloß auf die gegen-

über-

überstehende Seite, und das Gefäß wird daher umgeworfen, wenn es keinen breiten Boden hat. Dieses nennt man die Rückwirkung der Flüßigkeiten.

Litt. Zusatz. Den Beweis des Hauptsatzes in diesem §. habe ich aus Burja's Grundlehren der Hydraulik Berl. 1792. §. 9. entlehnt. Die Versuche dafür erörtert Kästner in seiner Hydrodynamik §. 80. folg. Ein Hauptwerk für diese Gegenstände ist Langsdorfs Hydraulik Altenb. 1794. 4.

§. 59.

Eine fließende Materie übt gegen eine Fläche, welche ihr nicht mit gleicher Geschwindigkeit ausweicht, einen Stoß aus. Die Größe deßelben in einer gegebenen Zeit, wenn alle Teilchen senkrecht auf die Fläche anstoßen, hängt zuerst von der Menge der neben einander anstoßenden Theilchen ab, dann von der Menge der hinter einander anstoßenden Theilchen, und zuletzt von der Geschwindigkeit eines jeden stoßenden Theilchens. Da nun die zweyte Menge sich wie die Geschwindigkeit verhält, so kann man sagen, daß sich die Größe des Stoßes wie die erstere Menge und das Quadrat der Geschwindigkeit der anstoßenden Theile verhalte. Allein hiebey wird angenommen, daß die Theilchen sobald sie ge-

stoßen

stoßen haben, verschwinden, welches nicht seyn kann, sie häufen sich vielmehr vor der Fläche, treiben die nachfolgenden Theile seitwärts, und verursachen, daß der Strahl, wenn er isolirt, (von einer viel dünnern Materie wie Luft umgeben) ist, sich ausbreitet. Die mannichfaltigen Bewegungen welche hiedurch in den Theilchen entstehen, machen die Theorie des Stoßes so schwierig, daß man sich bloß an die Erfahrung halten muß. Das Resultat, welches Langsdorf aus verschiedenen Versuchen mit Wasser zieht, ist folgendes: 1) Jeder Strahl, der isolirt und senkrecht gegen eine ruhig stehende Fläche gerichtet ist, übt gegen das Flächenstück, welches dem Querschnitte des Strahles vor seiner Ausbreitung gleich ist, einen Stoß aus, welcher einer Wassersäule das Gleichgewicht hält, deren Höhe diejenige Höhe ist, welche der mittlern Geschwindigkeit aller Strahlfäden zugehört. 2) Ist die Stoßfläche größer, als der Querschnitt des Strahles in dem Falle wäre, wenn ihm keine Fläche im Wege stände, so wirkt der sich ausbreitende Strahl auch noch außerhalb den Grenzen des no. 1. erwähnten Flächenstücks auf die Stoßfläche. 3) Wenn gleich die einzelnen Strahlfäden; welche die Stoßfläche außerhalb der Grenzen des no. 1. erwähnten Flächenstücks treffen, in schiefen Richtungen anstoßen, so beträgt doch der

der davon herrührende senkrechte Stoß im Ganzen so viel, als der nr. 1. erwähnte Stoß auf das dort erwähnte Flächenstück. 4) Wenn also das nr. 1. erwähnte Flächenstück = z, die der Geschwindigkeit des Strahls zugehörige Höhe = h und der Inhalt der mit dem Stoße das Gleichgewicht haltenden Wassersäule = k gesetzt wird, so hat man $k = (1 - \frac{1}{n}) 2hz$, wo n von der Größe der Stoßfläche abhängt, und allemahl merklich größer als z ist, und wenn die Stoßfläche = 16 z der Erfahrung zufolge unendlich groß, $\frac{1}{n}$ folglich = o gesetzt werden kann.

Stoßt der isolirte Strahl schief auf die Fläche, so läßt sich der Stoß in einen auf sie senkrechten, und einen mit ihr parallelen zerlegen. Jener wirkt allein, und verhält sich zum Stoße, wenn die Fläche auf die Richtung des Strahles senkrecht wäre, wie der Sinus des Anstoßwinkels zu 1. Von dieser Wirkung verhält sich der Theil, welcher die Fläche in der Richtung des Strahles forttreibt, zu jenem wiederum wie der Sinus des Anstoßwinkels zu 1. Also verhält sich die Wirkung in der Richtung des Strahles zur Wirkung wenn die Fläche auf die Richtung des Strahles senkrecht wäre, wie das Quadrat

des Anstoßwinkels zu 1. Hiemit stimmen Erfahrungen gut überein.

Wenn eine lothrechte feste Fläche sich in einer unbegrenzten Flüßigkeit nach einer auf sie senkrechten Richtung bewegt, so ließe sich dieses auf nr. 1. beym Stoße des isolirten senkrechten Strahles bringen, weil man die Fläche als ruhend, die Flüssigkeir als bewegt ansehen könnte. Doch ist die Geschwindigkeit der äußern Theilchen des Strahles geringer als in jenem Falle, folglich auch der Widerstand, wozu noch der Druck auf die hintere Seite der Fläche kommt, welcher ebenfalls den Widerstand verringert. Doch wird er durch den Druck der als ruhend anzusehenden Flüßigkeit auf die vordere Fläche vermehrt. Allein alles dieses giebt den Widerstand noch zu groß, es scheint also, als ob sich vor und hinter dem Körper eine ruhende Masse von Flüßigkeit sammle, auf welche der Druck von vorn mehr schief, der Druck von hinten mehr senkrecht wirkt. Der Stoß einer unbegrenzten Flüßigkeit ist größer, als dieser Widerstand.

Litt. Zusatz. S. Langsdorfs Hydraul. Kap. 14. Das Historische von dieser Lehre erörtert Kästner in seiner Hydrodynam. §. 316 folg. Ferner Theorie des Wasserstoßes im Schußgerinnen v. Gerstner. Prag. 1796. 8.

§. 60.

Ein Körper welcher aus einer dünnern Flüßigkeit z. B. der Luft in eine dichtere z. B. das Wasser übergeht, ändert seine Richtung nicht, wenn sie auf die Oberfläche des letztern senkrecht war. Die Oberfläche des Wassers sey AB Fig. 3. ein Körper stoße auf sie mit der Bewegung CD, deren Richtung auf AB schief ist. Man zerlege CD in CA senkrecht auf AB, und CF mit ihr parallel, so wird jene beym Eintritte in das Wasser an der Stelle D durch die Gegenwirkung desselben eher verringert, diese später, und da die Bewegung CA der Sinus des Winkels CAD, dieselbe verringerte Bewegung der Sinus des Winkels ist, welche die Richtung des Körpers hinter AB mit AB macht, so folgt, daß der Körper seine Richtung ändere, und näher an der Oberfläche fortgehen werde, als seine erste Richtung erfodert. Die Erfahrung bestätigt dieses. Ist der Winkel CAD sehr klein, etwa von 5 Grad, so springt ein relativ elastischer Körper unter demselben Winkel zurück, unter welchem er anstieß, welches man bey so vielen andern Beweisen, als eine Bestätigung der relativen Elasticität des Wassers ansehen kann.

Litt. Zusatz. Umständlich handelt von diesen Erscheinungen Nollet, Leçons element. T. I. L. IV.

§. 61.

In einer Flüßigkeit, welche nicht merklich relativ elastisch ist, muß jeder Stoß oder Druck, der eine Säule niederwärts treibt, die Erhebung aller Säulen bewirken, welche mit jener in Gemeinschaft stehen, vorausgesetzt, daß der Widerstand an der Oberfläche (§. 34.) es nicht hindert. Die erhobenen Säulen werden, wenn jener Stoß oder Druck nachläßt wieder sinken, aber mit der beym Falle erhaltenen Geschwindigkeit andere Säulen in die Höhe treiben, und so fort, es wird etwas ähnliches, wie beym Schwingen eines Penduls geschehen. Dieses Steigen und Sinken einer solchen Flüßigkeit nennt man das Wellenschlagen, und einen emporgehobenen Theil eine Welle. In communicirenden Röhren kann man dieses Wellenschlagen deutlich beobachten. Nach Newton ist die Zeit, worin die Welle fortschreitet, der Zeit gleich, worinn ein Pendul so lang als die Breite der Welle einen Schlag thut. Der Widerstand an der Oberfläche, den alle flüßige Körper äußern, wird allein die Wellen endlich zur Ruhe bringen, und desto eher, je weniger flüßig die

Ma-

Materie ist. Hierauf gründet sich das Stillen der Wellen durch Oehl.

Litt. Zusatz. S. Newtoni Princ. Phil. nat. L. II. S. 8. Ueber das Stillen der Wellen durch Oehl s. Franklin in Phil. T. 1. V. LXIV. n. 44. Meister Com. Soc. Gott. ad Class. math. T. 1. 1768. Nach unserer Theorie von Flüßigkeit ist die Erklärung der Erscheinung leicht.

§. 62.

Die tropfbaren Körper zeigen eine Menge Erscheinungen welche wir ins gesammt von einer anziehenden Kraft, entweder der Theile zu einander, oder zu andern Körpern herleiten können. Die wichtigsten sind folgende:

1) Eine Masse von einer tropfbaren Materie bildet für sich, wenn nicht äußere Umstände darauf wirken, eine Kugel, (auch im luftleeren Raume) und solche Kugeln nennen wir eben Tropfen. Jedes Theilchen wird nämlich nach dem Innern der Masse zurückgezogen, es entstehen dadurch Säulen von tropfbarer Materie, welche sich um einen Mittelpunct ordnen, und diese Säulen werden nicht eher im Gleichgewichte seyn, bis sie alle gleich sind, das heißt, bis das Ganze eine Kugel bildet. Zwey Tropfen, welche einander sehr genähert werden,

fließen

fließen dieser anziehenden Kraft wegen, zusammen.

2) Manche starre Körper werden von flüßigen naß, das heißt, es bleibt eine Schicht von diesen an ihnen hängen, nachdem sie mit einander in Berührung gewesen sind. So werden viele Metalle vom Quecksilber, wie auch alle Metalle, Glas, Steine vom Wasser benetzt, hingegen macht das Quecksilber Glas und Steine nicht naß, das Wasser bleibt nicht an Fettigkeiten hängen, auch nicht an Körpern, die mit Fettigkeiten, feinem Staube und dergleichen überzogen sind. Die Anziehung, welche die Benetzung hervorbringt, erstreckt sich nicht weit, weil sie bloß nach der Berührung wirkt, sie muß aber die Stärke des Zusammenhangs der flüßigen Materie, wodurch ein Körper naß wird, übertreffen. Ob der stärkern anziehenden Kraft der Theilchen zu einander, oder einer zurückstoßenden Kraft die Ursache beyzulegen sey, warum manche Körper sich nicht benetzen, wird die folgende Nr. zeigen.

3) Platten starrer Körper, welche mit der Oberfläche flüßiger Materien in Berührung stehen, erfodern eine beträchtliche Gewalt, um losgerißen zu werden. Dieses ist selbst dann noch der Fall, wenn die flüßige Materie den starren Körper sonst nicht benetzt, ein Beweis, daß dieses

ses nicht von einer zurückstoßenden Kraft herrühre. Die Gewalt, welche zum Loßreißen erfodert wird steht mit dem specifischen Gewichte der Materie, auch dem Zusammenhange der flüßigen Materie, wenn gleich die Platte benetzt loßgerißen wird, in keinem bekannten Bezuge, verhält sich aber bey gleichen Materien und gleicher Wärme ziemlich genau wie die Oberflächen, welche mit einander in Berührung kommen. Die wärme mindert das Anhängen. Die Größe des Anhängens scheint von dem Gewebe der starren Körper und der Form ihrer gröbern Theile (Krystalle) abzuhängen, welche es möglich machen, daß bey einerley Oberflächen, Wärme und specifischen Gewichten doch in verschiedenen starren Körpern, verschiedene Mengen von Berührungspuncten mit der flüßigen Materie vorhanden seyn können.

Daher kommt es auch, daß von einerley Flüßigkeit verschiedene starre Körper unter übrigens gleichen Umständen mit einer verschiedenen Gewalt, obgleich benetzt loßgerißen werden. Bey einer vermehrten Menge von Berührungspuncten wird nämlich auch die Menge der anhängenden Säulen vermehrt, deren Zusammenhang zu trennen ist.

4) Die Oberfläche der Flüßigkeiten in einem Gefäße ist am Rande nie völlig horizontal, sie

erhebt

erhebt sich gegen die Wände des Gefäßes, wie auch gegen Körper, die auf ihr schwimmen, oder senkt sich. In engen Glasröhren, wenn nämlich ihr Durchmesser kleiner als $\frac{1}{10}$ Zoll ist, die man Haarröhrchen (tubi capillares) nennt, steigen die Flüßigkeiten auch im luftleeren Raume in die Höhe. Die Länge und Dicke der Röhrchen haben auf die Höhe, welche die Flüßigkeiten darinn erreichen, keinen Einfluß, sondern diese Höhe verhält sich bey einerley Flüßigkeiten umgekehrt wie die Durchmesser der Röhren. Das erste zeigt uns, daß die anziehende Kraft sich nicht weit erstrecke, das Letztere folgt aus dem Satze, daß sich die Anziehungen wie die Menge der Berührungspuncte verhalten. Es sey die Höhe einer aufgestiegenen Säule H, das Gewicht derselben P, der Durchmesser der Röhre R, für einen andern Fall bedeute h, p, r und für einem dritten x, R, p ähnliche Dinge, so kann man, wenn alles übrige gleich ist $H : x = p : P$ setzen, denn das Gewicht mindert die Höhe. Eben so, wenn alles andere gleich ist $x : h = R : r$, denn die Anziehungen verhalten sich wie die Umfänge, und diese wie die Durchmesser folglich $H : h = Rp : rP$. Aber bey einerley Flüßigkeiten, die einerley Höhe erreichen ist $P : p = R^2 : r^2$, daher $H : h = r : R$. Zwischen zwey Platten, die sich in einer Kante berühren, steigen

steigen Flüßigkeiten in die Höhe und bilden eine gleichseitige Hyperbel, man kann sich nämlich hier ein System von Haarröhrchen denken, wovon die nächsten bey den Kanten die engsten sind. Das Aufsteigen der Flüßigkeiten in Sand, Schwamm, Zucker, Holz, in den Lichtdochten, das Filtriren muß man sich auf eine ähnliche Art vorstellen.

Die Flüßigkeiten, welche sich starren Körpern nähern, werden von diesen angezogen, und verliehren dadurch scheinbar an ihrem Gewichte. Nun können sie der Flüßigkeit außerhalb der Röhre das Gleichgewicht nicht mehr halten, diese treibt daher die Flüßigkeit in der Röhre aufwärts, bis das Gleichgewicht durch eine größere Höhe der Säulen in der Röhre erreicht ist. Daraus läßt sich auch umgekehrt erklären, warum das Quecksilber in den Haarröhrchen tiefer steht, als außerhalb. Hier werden nämlich die Säulen außerhalb der Röhren stärker von Quecksilbersäulen gehalten, als die Säulen innerhalb derselben vom Glase. Doch steigt auch Wasser zwischen Talgplatten in die Höhe, ungeachtet hier derselbe Fall zu seyn scheint, wahrscheinlich wegen der stärkern Anziehung von beiden Flächen der gegenüber stehenden Platten. Die Höhe der Flüßigkeiten in den Haarröhrchen steht mit ihrem Zusam-

sammenhange und specifischen Gewichte in keinem bekannten Bezuge, es läßt sich also wohl annehmen, daß sie von der Größe der Theilchen der flüßigen Materie, welche man sich wohl als Bläschen denken kann, abhänge.

5) Man bemerkt, daß Haarröhrchen, dünne gläserne Cylinder, Eisenfäden u. s. w. an einer Wage ins Gleichgewicht gebracht, und in eine Flüßigkeit herabgelassen, sich tiefer eintauchen; als dem Gleichgewichte und §. 57. zufolge geschehen sollte. Wir sehen daraus deutlich, daß eine auf einige Entfernung wirksame, wechselseitige anziehende Kraft Statt finde.

6) Eine über 28 Zoll lange Quecksilbersäule, bleibt in einer luftleeren oben verschloßenen, unten offenen Röhre hängen. Wiederum ein Beweis, daß sich Körper wirklich anziehen, die sich sonst abzustoßen scheinen.

Das Anhängen des Wassers an starre Körper hat man in neuern Zeiten benutzt, um Wasser zu erheben. Hierauf beruht Vera's hydraulische Maschine.

Litt. Zusatz. S. Gehlers Wörterbuch Art. Haarröhrchen, Adhäsion, Vera's Maschine, vorzüglich aber nach Guylon Morveau's theoretische und praktische Grundsätze der allge-

allgemeinen Affinität. Berlin 1794. Erster Abschnitt worin diese Materie sehr gut abgehandelt ist. Aus dem hier gesagten bitte ich meine Beyträge zur Phys. und Chem. 3 St. S. 57. zu verbessern.

Drittes Capitel.

Von den luftförmigen Körpern.

§. 63.

Die luftförmigen Körper sind flüßig, haben ein merkliches Gewicht, leisten eine merkliche Gegenwirkung, und zeigen eine so beträchtliche relative Elasticität, daß man die Grenzen ihrer Ausdehnung und Zusammenziehung noch nicht einmahl kennt. Wir nehmen sie nur in einem zusammengedrückten Zustande wahr, und jede Verminderung des Druckes auf sie, hat eine Vergrößerung ihres Volumens zur Folge. Allen bisher angestellten Versuchen nach, verhalten sich die Räume, worin ein jeder dieser Kör-

per

per zusammengedrückt wird, umgekehrt wie die drückenden Kräfte. Man nennt dieses Gesetz von seinem Erfinder Mariotte, das Mariottische, obgleich Boyle daßelbe ebenfalls und früher entdeckte. Doch kann dieses Gesetz nicht durchaus richtig seyn, weil sonst die Luft beym stärksten Drucke verschwinden, beym geringsten sich unendlich ausdehnen würde. Die Ursache der relativen Elasticität, kann weder mittelbar noch unmittelbar in der ursprünglichen Elasticität allein liegen, weil sonst ein ganz anderes Gesetz Statt finden würde (§. 10.) es scheint vielmehr beym Zusammendrücken eine Materie, etwa Wärmestoff zu entweichen, beym Ausdehnen einzufließen. Die luftförmigen Körper behalten entweder ihre relative Elasticität beständig (eigentliche Luftarten) oder sie verliehren solche in der Kälte, Dämpfe. Die Masse von luftförmigen Körpern, welche unsere Erde umgiebt, heißt die Atmosphäre, der Luftkreis.

Litt. Zusatz. Daß die Luft als ein flüßiger Körper drücke hat Mariotte gezeigt, s. Muschenbroeck Eff. d. Phyf. p. 635. Ueber das Mariottische Gesetz, welches die relative Elasticität am besten zeigt, und dessen Ursachen s. Gehlers Wörterb. Th. 3. S. 9. womit man noch Lamberts Pyrometrie S. 23. Nevtoni Princ. Phil. nat. L. II. Prop. 23, Saussure in Grens

Journ.

Journ. II, 383. Gerstner in d. N. Abh. der böhmisch. Gesellsch. 1 Th. vergleichen kann. Daß es von allen Luftarten gelte, zeigt Fontana in Mem. di Matem. e Fisica d. Soc. ital. V. I. p. 1782. Die beständige Elasticität der Luft hat Mußchenbrök durch einen Versuch erwiesen. Introd. in Phil. nat. T. II. §. 2161. Das Gewicht ist jetzt von allen Luftarten bestimmt. S. Larvoisiers Syst. der antiphlog. Chemie 3 Thl. Tabellen.

§. 64.

Die Luft d. i. jeder luftförmige Körper, breitet sich in jedem Raume, wo ihr kein Hinderniß im Wege steht, so lange aus, bis ihre absolute Elasticität überall einerley ist. Unter dieser letztern Bedingung ist allein Ruhe in einer Luftmasse möglich. Man kann die Luft dadurch, daß man sie sich beständig ausdehnen läßt, so verdünnen, daß sie alle auszeichnenden Eigenschaften der Luft verliehrt, und der Raum, wo sie sich befindet, ohne merklichen Fehler als luftleer anzusehen ist. Auf diese Art bringt man vermittelst der Luftpumpen, welche Otto Guerike zuerst 1650 erfand einen luftleeren Raum hervor. In einem verschloßenen Raume macht man nämlich auf irgend eine Art eine Leere, man läßt dann die Luft aus einem andern ver-

verschloßenen Raume, unter einer Glocke sich dahin vertreiben, wodurch sie verdünnt wird, man hebt die Gemeinschaft beider Räume auf, schafft die Luft aus dem ersten Raume wieder weg, man macht wiederum in ihm eine Leere, stellt die Gemeinschaft wieder her, und so fort. Die Leere entsteht gewöhnlich in einem Cylinder dadurch daß man einen Stempel, welcher ihn genau ausfüllt, rückwärts und vorwärts darin bewegt, auch schafft man auf diese Art die Luft wieder fort, doch hat man sich auch statt des Stempels einer Quecksilber- oder Wasser-Säule zu diesem Zwecke bedient, ferner der Kohlen, Dämpfe u. s. w. Die Gemeinschaft zwischen der Glocke und dem erstern Gefäße, wird durch Hähne, Klappen, Ventile u. s. w. Werkzeuge, welche Flüßigkeiten nur nach einer Richtung durchlassen aufgehoben und wieder hergestellt.

Die Menge der durch eine Oeffnung in einem leeren Raume strömenden Luft, findet sich wie §. 58. Dort wurde nämlich jedes Theilchen in der Oeffnung unmittelbar durch die Elasticität des darüber liegenden Theilchens fortgetrieben, welches durch den Druck gespannt war, da hingegen hier der zusammengedrückte Zustand der Luft selbst diese Spannung hervorbringt. Da nun wegen der vollkommenen Elasticität jedes Theilchen eben so stark nach allen Seiten drückt,

als es selbst gedrückt wird, und in einer und derselben Masse die absolute Elasticität hier durchaus gleich gesetzt wird, so sieht man leicht, wie alles auf §. 58. gebracht werden kann. Nämlich je stärker die absolute Elasticität ist, desto stärker wird der Gegendruck des fortzutreibenden Theilchens. Das specifische Gewicht ändert sich aber beym wirklichen Ausströmen jeden Augenblick, und darf nur eine erdichtete Zeit hindurch beständig gesetzt werden.

Litt. Zusatz. Ueber die Luftpumpen s. Gehlers Wörterbuch. 3. u. 5. B. auch die Art. Elasticitätsmesser und Birnprobe, doch vergleiche über die letztere auch Späth in Grens Journal IV. 351. Ueber die Bewegung der Luft durch Oeffnungen ist die physikalische Theorie noch sehr mangelhaft, s. Karstens Lehrbegr. Th. 6. Pneumatik, doch reicht in vielen Fällen hin, was Langsdorf in seiner Hydraulik. S. 394. folg. lehrt.

§. 65.

Die Luft hat ein merkliches Gewicht, sie übt also vermittelst desselben und ihrer Elasticität einen Druck auf alle Körper aus, der sich wie der Druck der tropfbaren Körper bestimmen läßt. In der Athmosphäre, wo man sich die Luftsäulen, als frey, an ihrem äußersten Ende

nicht

nicht zusammengedrückt, denken darf, zeigt der relative Druck auf eine Fläche das absolute Gewicht einer Luftsäule bis an das Ende der Atmosphäre an, welche diese Fläche zur Grundfläche hat. Denn jede Veränderung der specifischen Elasticität der Luft verändert die Länge dieser Säule, welche aber des Gleichgewichts in der flüßigen Masse wegen, sogleich den neben ihr stehenden Säulen gleich gemacht wird. In eingeschloßener Luft ist dieses nicht der Fall, hier kann die Aenderung der specifischen Elasticität, Aenderungen im relativen Drucke machen, ohne Aenderung des Gewichts der drückenden Luftsäule. Der Druck einer Luftsäule in der Atmosphäre ist nicht immer einerley, er hält gewöhnlich einer Wassersäule von derselben Grundfläche und 32. rheinische Fuß Höhe, oder einer Quecksilbersäule von gleicher Grundfläche, und 28 Par. Zoll Höhe das Gleichgewicht, wie man erfährt, wenn man diese Flüßigkeiten in Röhren, welche von einer Seite luftleer und verschloßen, von der andern offen sind, dem Drucke der Atmosphäre aussetzt. Die Luftsäule über der Fläche der Flüßigkeit läßt sich nämlich wenn alles ruhet, in der übrigen Luft, wie in einer Röhre eingeschloßen denken, und der Fall auf den Satz von communicirenden Röhren §. 56. Nr. 6. bringen. Eine solche Vorrichtung mit Quecksilber

heißt

heißt ein Barometer, und wurde zuerst von Ev. Torricelli 1643. erdacht. Aus dem 63ten §. sieht man, wie die Dichte der Luft in größern Höhen abnehmen, und wie man vermittelst des Barometers Höhen messen könne. Doch muß man besonders auf den Einfluß der Wärme, dann auch der Dünste und dergleichen und den Umstand Rücksicht nehmen, daß unsere Atmosphäre aus zwey verschiedenen Luftarten zusammen gemengt ist. Es erhellt übrigens, daß alle diese Sätze nur für eine durchaus ruhende Luftmasse gelten.

Ein Körper verliehrt in der freyen Luft so viel an seinem Gewichte, als die Luft an seiner Stelle wiegen würde, §. 57, ein Körper von größern Volumen also mehr unter übrigens gleichen Umständen, als ein anderer von geringern Volumen. Aendert sich das specifische Gewicht der Luft, so können Körper von sehr ungleichem Volumen einander nicht mehr das Gleichgewicht halten, wenn dieses vorher der Fall war. Hierauf gründen sich die Manometer, (Dasymeter), Werkzeuge das specifische Gewicht, oder die Dichtigkeit der Luft an einer gegebenen Stelle zu messen. Das erste dieser Art gab Otto Guerike an. In eingeschloßener Luft muß man auf die specifische Elasticität zugleich Rücksicht nehmen.

Litt. Zusatz. S. Gehlers Wörterb. Art. Barometer, Höhenmessen, Manometer. Die Lehren von den Eigenschaften und Aenderungen der Atmosphäre gehören in die Meteorologie, und diese zur Naturbeschreibung.

§. 66.

Jeder noch so kleine Theil der Luft muß durch seine absolute Elasticität dem ganzen Drucke der Atmosphäre das Gleichgewicht halten. Verdünnt man die Luft um diesen Theil, so dehnt sich dieser aus, und treibt oft, wenn er von einem fremden Körper eingeschlossen war, die Theile des letztern auseinander. So dehnt sich eine schlaffe Blase unter der Glocke einer Luftpumpe aus, wenn die Luft verdünnt wird, so tritt die Luft daselbst aus manchen Flüßigkeiten als Bier, Milch, Wasser und erregt Schaum, und dergleichen mehr. Verdünnt man die Luft an der Stelle eines solchen Theils, ohne durch Vermehrung ihrer specifischen Elasticität, oder auf eine andere Weise das Gleichgewicht zu erhalten, macht man gar an der Stelle einen leeren Raum, der nicht von genugsam festen Körpern umgeben ist, so muß sich der Druck der Luft durch Bewegung, Zerreißung der Körper oder auf irgend eine andere Art äußern. Die Wirkung der Saugwerke, vieler Druckwerke, der Sprü-

tzen

tzen entsteht dadurch, daß man das eine Ende einer Röhre mit Wasser in Verbindung bringt, einen Stempel, der genau an die Wände dieser Röhre anschließt, in ihr zurückzieht, damit ein leerer Raum, oder ein Raum voll verdünnter Luft darinn hervorgebracht werde, worauf dann der Druck der Atmosphäre das Wasser in die Röhre treibt. Beym Athmenhohlen, Saugen, erweitern wir die Brust und Lunge, verdünnen dadurch die Luft in der letztern, und die äußere Luft geht selbst in die Lunge oder treibt andere Körper hinein. Der Heber ist eine Verbindung zweyer communicirenden Röhren deren Oeffnungen niederwärts gekehrt sind. Ist er voll Flüßigkeit, und beide Säulen derselben gleich hoch, so drückt die Luft auf beide Oeffnungen gleich stark, beide Säulen halten sich einander, als gleich hoch, das Gleichgewicht, und es fließt nichts aus. Ist aber die eine Säule höher, so sinkt diese vermöge ihres größern Drucks (wenn ihr keine Flüßigkeit derselben Art außerhalb des Hebers das Gleichgewicht hält) es entsteht zwischen beiden Säulen ein luftleerer Raum, worin die Luft die Flüßigkeit treibt, und dadurch ein fortwährendes Ausfließen auf der Seite der längern Säule hervorbringt. Da man in einer ruhenden Masse von Flüßigkeit jeden Theil als fest betrachten kann, so lassen sich in ihr solche He-

ber denken, und man sieht den Grund, warum eine Flüßigkeit aus der unterwärts gekehrten Oeffnung, eines oben verschloßenen, nicht 32 Fuß hohen (§. 65.) Gefässes fließt, so bald die Flüßigkeit in dieser Oeffnung nicht horizontal ist. Ein Körper, der in der Luft vermöge seines geringern specifischen Gewichts (§. 57.) steigen soll, muß diesen Drucke widerstehen, und dieses erhält man am leichtesten, dadurch, daß man in ihm einen dünnern, aber mehr specifisch elastischen Körper z. B. erwärmte oder brennbare Luft einschließt. Hierauf beruhen die Aerostaten.

Umgekehrt, wenn man die Luft an einer Stelle zusammendrückt, sie dichter macht, als die äußere atmosphärische, oder ihre specifische Elasticität vermehrt, so kann die äußere ihr nicht das Gleichgewicht halten, jene sucht sich auszudehnen, oft mit einer solchen Gewalt, daß sie feste Körper zerreißt, und andere mit großer Schnelligkeit forttreibt. Hierauf gründen sich die Wirkungen des Heronsbrunnens, der Windbüchsen, des Windkessels und anderer hydraulischer Maschinen.

Litt. Zusatz. S. über die hier angeführten Gegenstände außer Gehlers Wörterb. vorzüglich Langsdorfs Hydraulik, und über die Aerostaten, Kramps Geschichte der Aerostatik Straßb. 1784, 1785. 2 Thl. Die Lehren von

§. 63.

§. 63. an handelt man in der angewandten Mathematik und zwar in der Aerometrie ab.

§. 67.

Ein Körper, welcher sich in der Luft bewegt, hat die Gegenwirkung derselben zu überwinden, und man kann dabey ähnliche Betrachtungen anstellen, wie §. 59. Der senkrechte Widerstand der Luft gegen eine Fläche ist allen Versuchen zufolge dem Drucke einer Luftsäule gleich, welche diese Fläche zur Grundfläche, und eine Höhe hat, die der Geschwindigkeit des bewegten Körpers zugehört, wenn nämlich die Bewegung nicht sehr schnell ist. Er verhält sich also dann, wie das Quadrat der Geschwindigkeit (§. 28.) Bey sehr schnellen Bewegungen, ist er aber stärker, auch findet man den senkrechten Stoß der bewegten Luft etwas stärker. Diese Lehren sind von großer Wichtigkeit, weil man sich des Stoßes der Luft, oder des Windes zur Bewegung mancher Maschinen bedient, auch um auszumachen, um wie viel die Bewegung der geworfenen Körper durch die Luft verzögert wird.

Der Widerstand der Luft macht das Fliegen der Thiere möglich. Durch eine schnelle Bewegung der Flügel wird die Luft schneller zusammengedrückt, als sie ausweichen kann, und giebt

giebt dadurch den Thieren eine Stütze auf der sie sich erheben und ruhen können.

Wind nennen wir eine fortschreitende Bewegung der Luft. Ihre Geschwindigkeit im Luftkreise ist sehr verschieden, sie gehen oft nur durch 12 Fuß in der Secunde, doch hat man sie gesehen, daß sie 80, 123, 150 Fuß in der Secunde zurücklegten. Die Geschichte der Winde gehört in die Meteorologie; die häufigsten Ursachen sind wohl Abwechselungen der Wärme und Kälte, Zersetzung der Dämpfe und der Luft selbst, Electricität u. s. w.

Litt. Zusatz. Ueber den Widerstand der Luft sind die Schriftsteller über die Bewegung geworfener Körper nachzusehen, §. 31. Zus. über den Stoß der Luft, Langsdorfs Hydraul. Kap. 14. über den Flug der Vögel, Borelli de motu animalium. Hag. 1743. 4. Silberschlag Schrift. der naturforsch. Gesellsch. naturforsch. Freunde 2 B. S. 214.

§. 68.

Jede Bewegung, welche eine Luftmasse nicht in einem Augenblicke fortbewegen kann, drückt sie zusammen. Sobald die Bewegung in dieser Richtung aufhört, dehnt sich die zusammengedrückte Luftmasse wieder aus, drückt dadurch noch andere Luft, welche sich neben ihr befindet, zu-

sam-

sammen, welche daßelbe thut, und so weiter. Auf diese Weise pflanzen sich alle Schwingungen relativ elastischer Körper und auch der Schall durch die Luft fort. Er verbreitet sich also in der Luft von einem schallenden Puncte nach allen Seiten nicht allein in geraden Linien, sondern auch von jedem Puncte in diesen Linien seitwärts. Diese Zusammenziehungen und Ausdehnungen nennt man Schläge (pulsus) und in so fern sie nach einer Richtung fortgesetzt werden Schallstrahlen. Die Bewegung des Schalles durch die Luft ist gleichförmig, er geht in einer Secunde ohngefähr durch 1050 Par. Fuß, aber schneller in warmer als kalter Luft. Je weiter von dem schallenden Körper, desto mehr nimmt die Größe dieser Schläge ab; der Schall wird schwächer in der Entfernung. Der Wind führt die größern Schläge herbey, verstärkt also den Schall, ändert aber die Geschwindigkeit desselben nicht beträchtlich. Durch diese Schwingungen einer Luftsäule in engern Röhren werden die Töne der Blasinstrumente hervorgebracht.

Litt. Zusatz. Die Versuche über die Geschwindigkeit des Schalles in der Luft führt Gehler Wört. Art. Schall 3 und 5ter Band an. Daß diese Bewegung gleichförmig sey, lehr-

ten

ten schon die Mitglieder der Florentinschen Akademie, s. Saggi di naturali experienzae dell' Academia del Cimento Fir. 1667. p. 242. Rechnungen über die Fortpflanzung der Schläge durch die Luft stimmen mit der Erfahrung wenig überein s. L. Euleri Opuscul. varii argumenti S. II. Berl. 1750. Ueber diese und die Gegenstände des folg. §. kann man Gehler an den gehörigen Orten nachsehen, über den Schall in verschiedenen Luftarten Perolle Mem. de l' Acad. d. Turin. p. 1785.

§. 69.

Stoßt das letzte schweigende Lufttheilchen auf eine Masse, welche nicht weicht, so wird es unter demselben Winkel zurückgeworfen, unter welchem es anstieß (§. 47), von diesem Puncte wird also der Schall rückwärts fortgepflanzt. Eigentlich wird also jeder Schall in der Nähe fester Körper zurückgeworfen, und sollte öfter gehört werden, allein er wird durch diese Fortpflanzung oft zu sehr geschwächt, als daß er merklich seyn sollte, oft folgt der zurückgeworfene Schall dem ersten so schnell, daß man ihn nicht unterscheiden kann. Soll ein Wiederhall (Echo) entstehen, oder soll man den Schall öfter hören, so muß daher die Entfernung des Körpers, welcher den Schall zurückwirkt

wirkt groß genug seyn, und dieser Körper muß eine gewisse Wölbung haben, wodurch die Schallstrahlen zusammengelenkt werden, und dadurch die Schwächung des Schalles verhindern. Auf einem ähnlichen Zusammenlenken der Schallstrahlen beruhet die Wirkung der Hörröhre, des äußern Ohres, der Sprachröhre, schallenden Gewölbe u. s. w. Die schallende Luft vermag auch oft starre relativ elastische Körper zum Schallen zu bringen, diese schallen mit, geben eine Resonanz, und zwar ist diese Resonanz für den Körper, oder diejenigen Theile des Körpers am stärksten, welche die Spannung, Gestalt und Länge haben, daß sie denselben Ton hervorbringen können. Dieses Mitschwingen elastischer Körper ist oft so stark, daß sie davon zerreißen.

Die Stärke, womit der Schall fortgepflanzt wird, und welche er überhaupt hat, scheint auch nach dem verschiedenen specifischen Gewichte, und der verschiedenen specifischen Elasticität der Luftarten verschieden zu seyn.

Vier-

Viertes Capitel.

Von den ätherischen Körpern.

Erstes Hauptstück.

Von dem Lichte.

§. 70.

Manche Körper treffen wir in einem Zustande an, wo aus ihnen etwas hervorzukommen scheint, welches sich durch die Erregung einer besondern Empfindung in unserm Auge kenntlich macht, die wir Licht nennen. Gewöhnlich nennen wir auch die Ursache dieser Empfindung Licht, und den Körper, welcher sie für sich erregt, leuchtend. Wir sehen den leuchtenden Körper, wenn sich Luft zwischen ihm und dem Auge befindet, bringt man aber Metalle, Holz und dergleichen dazwischen, so daß alle gerade Linien von dem leichtenden Körper zum Auge gezogen, auf jene Körper treffen, so sehen wir den leuchtenden Körper nicht mehr. Alle Materien, welche auf diese

diese Art verhindern, daß ein leuchtender Körper gesehen werde, heißen undurchsichtig, welche dieses nicht verhindern wie Luft, Glas, Wasser u. s. w. heißen durchsichtig, und zwar vollkommen durchsichtig, wenn sie das Licht gar nicht schwächen. Körper, welche nur durch die Gegenwart eines andern leuchtenden Körpers sichtbar werden, nennen wir dunkel, sobald sie aber sichtbar sind, verhalten sie sich in Rücksicht auf durchsichtige und undurchsichtige Körper, wie die leuchtenden. Mangel an Licht heißt überhaupt Dunkelheit, in besonderer Rücksicht, wenn er durch die Gegenwart, eines undurchsichtigen Körpers verursacht wird, Schatten. Ohne Bewegung ist jene Wirkung der leuchtenden Körper auf unser Auge nicht möglich, wir dürfen das Licht als bewegt, und von dunkeln Körpern zurückgeworfen ansehen. Licht in Bewegung und als Punct betrachtet, ist uns ein Lichtstrahl. Ein sichtbarer Punct kann, wenn keine undurchsichtige Körper es hindern, rund umher in einer Sphäre gesehen werden, er verbreitet also nach allen Seiten auseinanderlaufende (divergirende) Lichtstrahlen, nur die sehr nahen Strahlen eines sehr entfernten Punctes lassen sich als einander parallel betrachten.

Das Licht hat keine merkliche Gegenwirkung, kein merkliches Gewicht, ein leuchtender Körper verliehrt auch durch das Leuchten nicht merklich an Gewichte, wie man erfährt, wenn man Körper in verschlossenen Gefäßen verbrennt. Das Licht kann also nicht durch Verbreitung der gröbern Theilchen der Körper erzeugt werden. Wenn es auch die äußerst feinen Theilchen der Körper selbst seyn sollten, welche das Licht hervorbringen, so weichen diese doch dann von den gröbern so sehr ab, daß wir sie mit Recht als eine besondere Materie betrachten können. Die Verbreitung des Lichts vermittelst der Lichtmaterie kann nun entweder so geschehen, daß die Theilchen derselben sich selbst von den leuchtenden Körpern zu unserm Auge bewegen, oder daß sie durch abwechselndes Ausdehnen und Zusammenziehen, ohne von der Stelle zu kommen, die Bewegung des Lichts fortpflanzen. Das zweyte ist nicht wahrscheinlich, denn das Licht geht in einem und demselben durchsichtigen Körper (demselben Mittel) in geraden Linien fort, ohne sich, wie der Schall, und wie es die Natur der Bewegung in relativ elastischen Materien erfodert, von jedem Puncte in diesen Linien seitwärts, von dort wieder seitwärts und so fort, zu verbreiten. Daher werden wir in der Folge das erstere annehmen.

Litt.

Litt. Zusatz. Die erstere Hypothese nahm Newton an, Princ. Philph. nat. T. I. am Ende, die zweyte Euler Opusc. T. I. p. 196. und der ganze 2te Th. vergl. Gehlers Wörterb. Art. Licht 3 und 5ter Theil. Von dem Lichte, sofern es in geraden Linien fortgeht, handelt die Optik, welche man in den Lehrbüch. der angew. Mathem. abzuhandeln pflegt, s. Karstens Lehrbegriff 7 Thl.

§. 71.

Die Geschwindigkeit womit das Licht von den leuchtenden Körpern ausgehet, ist außerordentlich groß. Die Zeit, worin das Licht von einem Orte zum andern sich bewegt, wird erst bey größern Entfernungen, z. B. dem Durchmesser oder Halbmesser der Erdbahn merklich. Beobachtungen über die Verfinsterungen der Jupitersmonden, noch genauer aber Beobachtungen über eine scheinbare Bewegung der Fixsterne haben gelehrt, daß sich das Licht durch den Halbmesser der Erdbahn in 8 Minuten $7\frac{1}{2}$ Secunde bewege, folglich in einer Secunde mehr als 40000 Meilen durchlaufe.

Wir bewegen uns selbst mit der Erde in einer Richtung, welche die Richtung der Strahlen von den Sternen schneidet, ein Strahl muß uns also auf

auf die Art rühren, als ob er eine zusammengesetzte Bewegung habe, wovon die eine mit uns parallele Bewegung nicht empfunden wird. Die Aenderung der Stelle, an welcher uns dadurch ein Stern erscheint, heißt die Abirrung des Lichts. Hieraus lassen sich nun mehrere Folgen ziehen.

1) Der Eindruck eines leuchtenden Körpers dauert in unserm Auge wenigstens noch eine halbe Secunde, nachdem er an derselben Stelle nicht mehr leuchtet. Die Theilchen des Lichts können daher in einer beträchtlichen Entfernung einander folgen, und doch wegen ihrer Schnelligkeit eine stete Masse auszumachen scheinen. Wir sehen daraus, wie es möglich sey, daß sich die Luftstrahlen in allen Richtungen schneiden können, ohne einander zu stören, wie die Erfahrung lehrt. Es erhellt daraus ebenfalls, wie ein Körper lange leuchten könne, ohne merklich an Licht abzunehmen.

2) Das Licht muß ein äußerst feiner und dünner Körper seyn, da ungeachtet der großen Geschwindigkeit die Größe seiner Bewegung nicht merklich wahrgenommen wird, wenigstens da nicht, wo keine künstliche Verdichtung des Lichts Statt findet.

3) Des-

3) Dessen ungeachtet ist es doch wahrscheinlich, daß die Lichttheilchen die Blättchen, woraus die starren Körper, oder die Bläschen, woraus die tropfbaren und luftförmigen Körper bestehen mögen, wirklich durchbohren und feine Theilchen daraus entfernen, und daß daher die Durchsichtigkeit der Körper rühre, die man auch in dünnen Scheiben aller, selbst der dichtesten Körper bemerkt. Wir werden dieses nur nicht gewahr, weil die anziehende Kraft, alles sogleich wieder in den vorigen Zustand setzt. Auch geschieht es meistens im Innern der Körper, denn alle Blättchen müssen, wie §. 34. lehrt, von einander entfernt seyn. An allen Stellen wird aber der durchsichtige Körper nicht durchbohrt, das Auge trägt vielmehr den bleibenden Eindruck des Lichts auf die dunkeln Stellen über. Die Undurchsichtigkeit rührt vom Verschlucken des Lichts her, wie wir in der Folge sehen werden.

Litt. Zusatz. Versuche über die Geschwindigkeit des Lichts auf der Erde stellten zuerst Galilei, darauf die Mitglieder der Akademie del Cimento an, s. Saggi di natur. exper. p. 265. Römer entdeckte die wahre Geschwindigkeit des Lichts, Bradley bestimmte sie genauer, s. Priestley's Gesch. der Optik. übers. mit Anm. von Klügel. Leipz. 1776. 4. S. 113. 287.

Versuche über die Größe der Bewegung des Lichts findet man daselbst S. 279, ebenfalls Bemerkungen über die Entfernungen, worin die Theile des Lichts einander folgen, daselbst S. 280. Wie die Lichttheilchen durch die durchsichtigen Körper dringen, darüber hat man manche Hypothesen erdacht, die man bey Gehler Art. Licht findet. Newtons Theorie erklärt die Undurchsichtigkeit, nicht aber die Durchsichtigkeit, wenn man nicht anders annehmen will, das Licht durchdringe im eigentlichen Verstande die Körper, eine Hypothese die ganz außer dem Felde der Erfahrung liegen würde. Andere Physiker nehmen daher mit Des Cartes an, jeder durchsichtige Körper sey geradlinig durchbohrt, eine Erklärung, welche auf die durchsichtigen tropfbaren Körper kaum anzuwenden ist.

§. 72.

Wir dürfen annehmen, die Geschwindigkeit des Lichts sey so groß, daß die Theilchen desselben, wenn sie auch relativ elastisch seyn sollten, doch während ihres Laufes nicht ausgedehnt werden, wir dürfen uns die Lichtstrahlen als überall gleich dichte Cylinder mit sehr kleinen Grundflächen, oder vielmehr als cylindrische Röhren, worin überall gleich viel Licht (der Schnelligkeit wegen) befindlich ist, denken. Man stelle sich

sich einen leuchtenden Punct als den Mittelpunct einer Kugelfläche vor, so fallen alle Strahlen von diesem Puncte auf die Kugelfläche senkrecht, und die Lichtmenge auf Stücken der Kugelfläche verhält sich wie die Größe des Stückes, wie der Glanz des strahlenden Punctes (oder wie die Nähe der Strahlen neben einander dicht am Puncte) aber umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung von dem leuchtenden Puncte (vergl. §. 12. Anm.). Ebenen, worauf die Strahlen senkrecht fallen, müssen als kleine Stücke einer Kugelfläche in der Rechnung behandelt werden, auch lassen sich solche kleine Ebenen als Schnitte des Lichtcylinders senkrecht auf seine Axe betrachten. Ebenen hingegen worauf die Strahlen unter einem schiefen Winkel fallen, lassen sich als Schnitte dieser Lichtcylinder schief auf ihre Axe ansehen, und da durch einen solchen Schnitt nicht mehr Licht, als durch einen senkrechten Schnitt, ungeachtet jener größer ist, geht, so muß man, um die Lichtmenge auf schiefen Ebenen zu finden, ihre Größe auf die Größe senkrechter Schnitte desselben Cylinders zurückbringen, welches geschieht, wenn man sie mit dem Sinus des Neigungswinkels der Strahlen zur Ebene multiplicirt. Wäre der leuchtende Körper kein Punct, so müßte man, wenn er durchsichtig ist, seine Größe in Erwägung ziehen. Wenn er

undurchsichtig ist, so erhellt, wie eben, daß man die Lichtmenge mit dem Sinus des Ausflußwinkels multipliciren müsse. Unter Erleuchtung einer Fläche verstehen wir die darauf fallende Lichtmenge, wie fern sie sich auf ihr verbreitet, sie steht also im geraden Verhältniße mit jener, im umgekehrten mit der Größe der Fläche. Die Klarheit (Helligkeit) der Fläche steht im geraden Verhältniße mit der von ihr verbreiteten Lichtmenge, welche nicht immer der Lichtmenge gleich ist, die ihr von einem leuchtenden Körper zugeschickt wurde, im umgekehrten mit der Größe der Fläche, die gesehene Klarheit hängt aber noch von andern Umständen ab. Man darf indessen voraus setzen, daß zwey gleichartige mit einem Blicke zu übersehende und gleich hell gesehene Flächen auch gleich klar und gleich erleuchtet seyn werden. Die von Lambert mit beständiger Rücksicht auf diesen Satz angestellten Versuche bestätigen diese Lehren.

Es läßt sich hieraus auf die relative Elasticität des Lichts schließen. Erleuchtete Flächen, welche von dem leuchtenden Körper weiter entfernt sind als andere, würden sonst nur in weniger Puncten als diese erhellt scheinen, und wenn der bleibende Eindruck im Auge die gleichförmige Erhellung macht, so müßte die entferntere Fläche eben so stark erleuchtet scheinen, als die nähere.

Die

Die Erfahrung zeigt aber, daß glühende Körper in einem Kreise gedrehet einen eben so hellen Kreis bilden, als der Körper selbst hell ist, daß folglich die Erhellung nicht geschwächt wird, ob gleich der Eindruck im Auge die Helligkeit auf die dunkeln Stellen überträgt. Die Lichttheilchen müssen folglich auf den Ebenen, worauf sie fallen, sich ausdehnen, dadurch weniger dicht und glänzend werden, und eben so in unser Auge zurück kommen.

Litt. Zusatz. Die Lehre von der Verbreitung und Stärke des Lichts heißt die Photometrie. Hauptwerke darüber sind: Traité d'Optique sur la gradation de la lumiere par Mr. Bouguer. Par. 1760. 4. J. H. Lambert Photometria. Aug. 1760. 8. vergl. Karstens Photometrie in dessen Lehrbegr. 8 Thl. Priestley's Geschichte der Optik. S. 313. Lehrreiche Versuche erzählt Thompson Grens N. Journ. II, 15.

§. 73.

Das Licht ist nicht allein in Rücksicht der Stärke sondern auch der Farben verschieden, ein Unterschied, der hier nur angedeutet werden kann. Wir sehen aber einen Punct der sich also nur durch Farbe oder Glanz kenntlich macht, nach der Richtung des letzten Theiles der Strah-

len, welche von ihm auf unser Auge fallen. Befindet sich in einiger Entfernung hinter ihm eine undurchsichtige Fläche, und zwischen ihm und dieser ein durchsichtiger Körper, so setzen wir ihn auf diese Fläche an eine Stelle, welche sein optischer Ort heißt. Dieser Ort ändert sich, wenn wir uns bewegen, und der Körper nicht zu weit entfernt ist, eine Aenderung, welche wir seine Parallaxe nennen. Werden die Strahlen von einem Puncte ehe sie in unser Auge gelangen, irgendwo zurückgeworfen, wird überhaupt ihre Richtung geändert, ohne daß sich Farbe oder Glanz merklich ändert, so müßen wir den Punct an einem andern Orte sehen, als da, wo er sich wirklich befindet, wir sagen daher an jenem Orte sey ein Bild desselben. Dieses Bild ist vollkommen, wenn die Richtungen aller Strahlen eines Punctes, welche unser Auge treffen, eben so in dem Bilde deßelben zusammentreffen, wie sie von einem Puncte ausgehen, es ist weniger vollkommen, je weniger Strahlen in dem Bilde des Punctes sich vereinigen. Undeutlich wird ein Bild, wenn auf dieselbe Stelle, die Bilder von mehrern an Licht verschiedenen Puncten fallen. Wir sehen ein Bild eines ganzen Gegenstandes, wenn die Bilder der Puncte in eben der Ordnung auf einander folgen, wie in dem Gegenstande die Puncte

selbst,

selbst, das Bild ist undeutlich, wenn auf dieselbe Stelle die Bilder anderer Gegenstände zugleich fallen, unvollkommen, wenn die Bilder der Puncte unvollkommen sind. Das ganze Bild kann dabey gegen irgend eine Ebene eine andere Lage haben, als der Gegenstand selbst, es wird zum Bilde nur erfodert, daß es dem Gegenstande ähnlich sey. Die scheinbare Größe des Bildes sowohl als eines Gegenstandes wird durch die Winkel (Sehewinkel) bestimmt, welche die Strahlen von ihrem äußersten Puncten im Auge machen, wobey man das letztere, als einen Punct ansieht. Die scheinbare Entfernung vom Auge kann physikalisch gar nicht bestimmt werden, die scheinbare Entfernung der Gegenstände und Bilder von einander wird ebenfalls durch den Winkel bestimmt, den sie im Auge machen, oder den Sehewinkel. Ein Gegenstand, oder Bild, oder eine Entfernung werden gewöhnlich nicht mehr gesehen, wenn ihr Sehewinkel nicht größer als 30 — 40. Secunden ist.

§. 74.

Wenn ein Lichtstrahl auf die ebene, glatte Fläche eines andern Körpers fällt, so geht er oft in derselben Ebene, unter demselben Winkel mit der Fläche zurück, unter welchem er auffiel, wo-

von

von man sich durch Versuche in einem dunkeln Zimmer, das nur durch eine Oeffnung erhellt worden, überzeugen kann. Es geschieht dieses an der Vorderfläche durchsichtiger und undurchsichtiger Körper, an der Hinterfläche durchsichtiger Körper, selbst im Innern der letztern, wie man im dunkeln Zimmer an einer Glastafel gewahr wird. Durchsichtige Körper werfen oft eben so viel Strahlen zurück, als undurchsichtige, die letztern vernichten den Schein nach (verschlucken) viel Licht. Die Menge des zurückgeworfenen Lichtes ist bey verschiedenen Körpern, und selbst bey einerley Körpern nach den verschiedenen Winkeln verschieden, unter welchem die Strahlen auffallen. Es sey FG Fig. 8. der Durchschnitt der Ebene des Papiers mit der darauf senkrechten Ebene, worauf der Strahl AB fällt, und CB auf FG senkrecht, so heißt ABF der Neigungswinkel, ABC der Einfallswinkel, CB das Einfallsloth, CBa der Zurückstrahlungswinkel, und die ganze Erscheinung, die Zurückstrahlung.

Das Zurückstrahlen an den Vorderflächen scheint eine Folge der relativen Elasticität nach §. 47. zu seyn. Was man dagegen erinnert, trifft nur das Zurückstrahlen an den Hinterflächen, oder beweis't zu viel, wie z. B. der Einwurf,

wurf, daß es keine glatten Flächen in der Erfahrung gebe. Das Zurückstrahlen im Innern durchsichtiger Körper ist ebenfalls leicht erklärbar, wenn man annimmt, daß die starren Körper aus Blättchen, die von einander entfernt sind, die flüßigen aus Bläschen bestehen. Da das Licht selbst flüßig ist, so erhellt, warum an einer und derselben Stelle Licht eindringen und zurückstrahlen (gleichsam absprützen) kann.

Litt. Zusatz. Newtons Erinnerungen, daß die Zurückstrahlung nicht von einem wirklichen Zurückprallen, sondern von einer zurückstoßenden Kraft herrühre, trägt Priestley Geschichte der Opt. S. 219, 240. vor. Ueber das Zurückstrahlen im Innern durchsichtiger Körper, über das Verhältniß, des zurückgeworfenen, durchgelassenen und verschluckten Lichts zu einander, handelt sehr genau Lambert im 2 Th. s. Photometrie.

§. 75.

Das Zurückstrahlen an glatten Flächen veranlaßt oft Bilder von Gegenständen, welche sich vor ihnen befinden. Wir nennen solche Flächen in dieser Rücksicht oft Spiegelflächen, oder auch Spiegel.

Ist die Fläche eine Ebene, so heißt der Spiegel ein Planspiegel. Einen solchen

stelle

stelle AB Fig. 9. vor (vergl. §. 73.) und Cc sey ein Gegenstand vor demselben, der von dem Puncte C die Strahlen CD, CE auf den Spiegel wirft, welche nach Dd, Ee zurückstrahlen, daß CDA = BDd und CEA = BEe. Die Linien Dd, Ee schneiden verlängert einander, und die auf AB senkrechte Linie CJ im Puncte J, denn CDA > CEA, dDB > eEB, das Dreyeck CDF = FDJ, das Dreyeck CEF = FEJ. Was von den Strahlen CD, CE gilt, läßt sich von allen Strahlen des Punctes C, welche auf den Spiegel fallen, behaupten, ein Auge in der Gegend von d und e sieht ein vollkommenes Bild des Punctes C in J. Durch eine ähnliche Verzeichnung findet man leicht, daß die Bilder aller Puncte zwischen C und c in eben die Entfernungen von J und i und vom Spiegel fallen, als sie sich im Gegenstande befinden. Folglich macht Cc in Ji ein Bild, welches gegen den Spiegel dieselbe Lage hat, als der Gegenstand.

Regelmäßig krumme Sipegelflächen betrachten wir so, als wären sie durch das Umdrehen einer krummen Linie um eine Axe, welche parallele Sehnen derselben senkrecht in zwey Hälften theilt, entstanden. Die größte Sehne heißt dann die Breite des Spiegels. Ist die Krümmung parabolisch, so werden alle,

alle, mit der Axe parallel einfallende Strahlen nach dem Brennpuncte der Parabel zurückgeworfen; ein sehr entfernter Punct in der Axe macht hier ein vollkommenes Bild. Strahlen, die mit der Axe parallel und sehr nahe bey ihr auf einen hohlen Kugelspiegel (Hohlspiegel) fallen, schneiden zurückgeworfen die Axe beynahe in einem Puncte, welcher um die Hälfte des Halbmessers von ihm entfernt ist, und der Brennpunct heißt. Strahlen die weiter von der Axe einfallen, schneiden sich zurückgeworfen in einer Entfernung vom Brennpuncte, wodurch die Abweichung wegen der Kugelgestalt entsteht. Vollkommene Bilder wie die Planspiegel machen die Kugelspiegel nicht, wir sehen doch das Bild eines Punctes dort, wo die Puncte, in denen sich die zurückgeworfenen Strahlen schneiden, am dichtesten zusammen sich befinden, weil die Entfernungen derselben von einander zu klein sind, unmerklich zu seyn. Erhabene Spiegel machen verkleinerte Bilder, cylindrische und conische Spiegel lassen sich der Länge nach als Planspiegel, der Quere nach als Kugelspiegel betrachten. Hohlspiegel machen umgekehrte Bilder, und zwar größere, als der Gegenstand, wenn dieser zwischen dem Spiegel und dem Mittelpuncte seiner Krümmung kleinere, wenn er über diesen Mittelpuncte hinaus, eben

so

so große, wenn er im Mittelpuncte selbst liegt. Auf die scheinbare Entfernung haben psychologische Umstände großen Einfluß.

Litt. Zusatz. Die Theorie der Spiegel wird in der angew. Mathem. unter dem Namen Katoptrik vorgetragen. S. Kästners analyt. Katoptr. im vollständ. Lehrbegr. der Optik nach Rob. Smith von Kästner. Altenb. 1755. 4. desselb. Problem. Alhaceni analis. in Nov. Com. Soc. reg. Gott. T. 7. p. 92. De objecti in speculo sphaerico visi magnitudine das. T. 8. p. 96.

§. 76.

Läßt man in einem dunkeln Zimmer das Licht durch eine kleine Oeffnung einfallen so werden auf einer der Oeffnung gegen überstehenden rauhen Wand, die Gegenstände vor der Oeffnung so abgebildet, daß man sie überall im Zimmer sehen kann. Rauhe Flächen werfen also das Licht wie die Spiegel, nur aus jedem sichtbaren Theilchen nach allen Seiten zurück. Ein solches sichtbares Theilchen ließe sich wohl so betrachten, als bestehe es aus mehrern kleinen gegen einander geneigten Spiegeln. Das Bild ist verkehrt, weil sich die Strahlen in der Oeffnung kreutzen. Bey großen Oeffnungen entstehen keine Bilder, dann fallen auf jedes sichtbare Theilchen

Bil-

Bilder mehrerer Puncte auf einander, wodurch eine solche Undeutlichkeit entsteht, daß wir bloß Licht sehen. Selbst Spiegel scheinen in ihren Vertiefungen rauh zu seyn, daher man in ihnen von der Seite keine Bilder, wohl aber sich sebst sieht. Ob die zurückgeworfenen Lichtmengen, welche von rauhen Flächen ausgehen sich wie die Sinus der Ausflußwinkel verhalten, ist noch die Frage, Lamberts Versuche bestätigen es, Bouguer's Versuche sind dagegen.

Litt. Zusatz. S. Lamberts Photometr. p. 323, 324. Bouguer a. a. O. p. 165.

§. 77.

In einem und demselben Mittel gehen die Lichtstrahlen in derselben Richtung fort, wenn es überall gleich dicht ist, auch geschieht dieses, wenn ein Strahl aus einem Mittel in ein anderes übergeht, und auf die Oberfläche des letztern senkrecht fällt. Ein Strahl falle aber unter einem schiefen Winkel auf die Ebene FG Fig, 8. so wird er nicht in seiner Richtung BD bleiben, sondern entweder den Weg Bd näher bey CE, einem Perpendikel auf FG, oder den Weg Bδ weiter von CE entfernt, doch immer in derselben Ebene nehmen, Diese Erscheinung heißt die Brechung (refractio) des Lichts, AB ist der einfallende Strahl CB das Einfallsloth,

loth, ABC = EBD der Einfallswinkel, ABF = DBG der Neigungswinkel, Bd oder Bδ der gebrochene Strahl, EBD oder EBδ der Brechungswinkel. Bey einerley Materien haben die Sinus der Einfalls- und Brechungs-Winkel ein beständiges Verhältniß zu einander, z. B. bey Luft und Glas wie 3: 2, bey Luft und Wasser wie 4: 3 u. s. w. welches das Brechungs-Verhältniß genannt wird, auch sagen wir, ein Mittel breche desto stärker, je kleiner der Sinus des Brechungswinkels gegen den Sinus des Einfallswinkels ist. Würde der Sinus des Brechungs-Winkels dem Brechungs-Verhältniße gemäß größer als 1, so geschieht keine Brechung, der Strahl geht vielmehr in derselben Ebene unter demselben Winkel mit der Fläche wieder zurück, unter welchem er auffiel, er wird zurückgestrahlt. Alles dieses läßt sich leicht auf krumme Flächen erweitern, weil man die Stelle, wo ein Strahl einfällt, ohne Fehler als eben ansehen darf. Man erfährt das Brechungsverhältniß, wenn man die Schatten mißt, welche undurchsichtige Körper durch verschiedene Mittel unter übrigens gleichen Umständen auf einander werfen. Da sich die gebrochenen Strahlen von A rückwärts verlängert, in einem andern Puncte als A schneiden, so erscheint uns dort ein Bild von A, daher

her scheinen Körper unter Wasser größer, gebrochen u. s. f. Ueberhaupt genommen brechen dichtere Körper die Strahlen stärker, als weniger dichte. Ein Strahl, welcher also von einem andern Himmelskörper durch die Atmosphäre zur Erde geht, kommt immer in ein dichteres Mittel, und wird immer stärker gebrochen. Hierauf beruhet die Strahlenbrechung, vermöge der wir die Himmelskörper dem Zenith näher sehen, als sie wirklich sich befinden. Die Lehre davon, nebst andern besondern Berechnungen in der Atmosphäre gehört zur Meteorologie und Astronomie.

Newton sah die Brechung als eine Folge der anziehenden Kraft an, welche die Strahlen in der Nähe des stärker brechenden Mittels krümmt, und diesem zulenkt. Dieses stimmt mit allen Erfahrungen sehr gut überein, auch damit, daß dichtere Mittel stärker brechen, nur machen hievon die brennbaren Körper eine Ausnahme. Erwägt man aber daß die Dichtigkeit des Ganzen, welche von der Menge der Theilchen (Blättchen oder Bläschen) mit abhängt, von der Dichtigkeit der einzelnen Theile, und diese wirken hier nur, sehr verschieden seyn kann, so laßen sich auch diese Ausnahmen damit wohl vereinigen. Stärker brechende Körper strahlen auch stärker zurück, eben weil die einzelnen Theilchen an der Ober-

Oberfläche, die besonders auf die Brechung Einfluß haben, dichter sind. Wärmere Körper brechen stärker, strahlen aber schwächer zurück., der Wärmestof, welcher sie umgiebt, zieht mit an, dehnt aber den Körper aus, und schwächt dadurch den Widerstand.

§. 78.

Wir wollen hier nur von der Brechung der Strahlen reden, welche aus der Luft durch ein Glas wieder in die Luft gehen, wobey verschiedene Fälle vorkommen.

1) Die beiden Flächen des Glases sind eben und einander parallel. Plangläser. Dann bleibt der in die Vorderfläche eindringende Strahl, nachdem er aus der Hinderfläche ausgefahren ist, sich selbst parallel. Die Gegenstände erscheinen durch solche Gläser betrachtet etwas größer als durch die Luft.

2) Das Glas ist in mehrern ebnen Flächen eingeschloßen, welche unter Winkeln gegen einander geneigt sind. Polyedrische Gläser. Dann sieht man den Gegenstand dadurch so oft vervielfältigt, als das Glas Flächen hat, wenn durch jede für sich der Gegenstand sichtbar ist.

3) Gläser, welche kugelförmig oder doch in zwey gegen einander überstehende Kugelflächen oder in eine ebene und eine Kugelfläche eingeschlossen

schlossen sind, heißen **Linsengläser**, eine Linie durch die Mittelpuncte beider Flächen, ihre Axe. Diese Gläser sind wiederum: A) **Erhabene Gläser** und zwar a) auf beiden Seiten erhaben, **convexconvex**, b) auf einer Seite flach, auf der andern erhaben, **planconvex**, c) auf der einen Seite hohl auf der andern erhaben, der Halbmesser der letztern aber kleiner, **Meniskus**, B) **Hohlgläser**, und zwar a) auf beiden Seiten hohl, **concavconcav**, b) auf einer Seite flach auf der andern hohl, **planconcav**, c) auf der einen Seite erhaben auf der andern hohl, der Halbmesser der erstern Fläche größer, **convexconcav**, C) auf der einen Seite hohl, auf der andern erhaben, die Halbmesser beider Flächen gleich. Dieses verhält sich völlig, wie ein Planglas

A. **Erhabene Gläser.** Strahlen welche mit der Axe parallel, und sehr nahe bey ihr einfallen, laufen hinter dem Glase zusammen (convergiren) und werden in einem Puncte mit der Axe vereinigt, welcher der **Brennpunct** heißt. Sein Abstand vom Glase ($= f$) oder die Brennweite ist, wenn r den Halbmesser der Vorderfläche, ϱ den Halbmesser der Hinterfläche bedeutet, (die Dicke des Glases überall $= 0$ gesetzt)

setzt) $= \frac{2r\varrho}{r+\varrho}$. Ueberhaupt, wenn m : n das Brechungsverhältniß ist, wird $f = \frac{nr\varrho}{(m:n)\,(r+\varrho)}$

Ein Punct in der Axe, deßen Entfernung vom Glase $= b$, werfe aus einanderlaufende Strahlen nahe bey der Axe auf das Glas, so convergiren diese hinter dem Glase, und werden in einem Puncte vereinigt, deßen Abstand vom Glase $= \frac{bf}{b-f} = \varphi$, vom Brennpuncte $= \varphi - f = \frac{f^2}{b-f}$. Der Punct macht dort sein Bild, wenn $b > f$, er macht kein Bild, sondern die Strahlen werden parallel, wenn $b = f$ und $\varphi - f$ unendlich, er macht dort gleichfalls kein Bild, wenn $b < f$, oder $\varphi - f$ negativ ist, und das Bild auf die andere Seite fällt. Wenn ein Punct nahe bey der Axe auf das Glas strahlt, oder wenn er so entfernt ist, daß man ihn als sehr nahe bey der Axe ansehen kann, so darf man eine Linie von ihm senkrecht auf die Fläche des Glases wie eine Axe betrachten. Dieses gilt von allen Puncten zwischen ihm und der Axe, ein Gegenstand daselbst macht folglich hinter dem Glase ein Bild, dessen Abstand wie vorher bestimmt wird. Strahlen, welche weiter von der

Axe

Axe einfallen, machen ihre Bilder an andere Stellen, daher die dioptrische Abweichung wegen der Kugelgestalt entsteht. Jenes Bild ist verkehrt, weil sich die Strahlen im Glase kreutzen. Die Größe des Gegenstandes verhält sich zur Größe des Bildes beynahe wie die Entfernungen derselben vom Glase. Strahlen, welche convergirend auf das Glas nahe bey der Axe einfallen, convergiren hinter ihm noch mehr, und vereinigen sich dort in einem Puncte, deßen Entfernung vom Glase $= \frac{bf}{b+f}$. Wie wir durch ein solches Glas sehen, davon s. unten §. 85.

B) Hohlgläser. Strahlen die mit der Axe parallel und nahe bey ihr auffallen, divergiren hinter demselben so, als kämen sie aus einem Puncte vor dem Glase, welcher der Zerstreuungs-Punct heißt. Sein Abstand vom Glase ($= f$) ist wie vorher $= \frac{2r\rho}{r+\rho}$. Divergirende Strahlen divergiren hinter dem Glase noch mehr, ihr Zerstreuungspunct vor dem Glase liegt in einer Entfernung $= \frac{bf}{b+f}$, und diese ist für convergirende Strahlen $= \frac{bf}{b-f}$. Ein solches Glas macht kein Bild;

wie wir dadurch sehen, wird unten §. 85. erklärt werden. Ueberhaupt setzt man nur den Halbmesser einer hohlen Kugelfläche negativ, so auch die Entfernung der Zerstreuungspuncte vom Glase, und wendet dann die Formeln für ein convexconvexes Glas auf alle an.

Litt. Zusatz. Willebrord Snellius entdeckte die Beständigkeit des Brechungsverhältnißes, s. Priestley's Gesch. der Opt. S. 85, woselbst man auch S. 129, 364. Brechungsverhältniße für verschiedene Materien findet. Die Lehre von der Brechung der Luftstrahlen trägt man in der angew. Mathem. in der Dioptrik vor. S. Karstens Lehrbegr. 8. Th. 9—14ten Abschnitt. Hauptwerke sind: Smiths Lehrbegr. L. Euleri Dioptrica Petrop. 1771. gr. 4. T. I. II. Klügels analyt. Dioptrik. Leipz. 1778. 8. Die letztern Schriften gehören mehr zu §. 85.

§. 79.

Man lasse in einem verfinsterten Zimmer die Sonnenstrahlen durch eine kleine Oeffnung auf die Seitenflächen eines dreykantigen prismatisches Glases fallen, dessen eine Kante nach unten gekehrt ist, so daß die Richtungen der Strahlen mit den Richtungen der Seitenkanten rechte Winkel machen. Die Strahlen sollten eigentlich hinter dem Pisma auf einer gegen über-

überstehenden Wand einen Kreis bilden, allein man sieht ein längliches Bild, das aus verschiedenen gefärbten Kreisen besteht, die von unten in nachstehender Ordnung der Farben auf einander folgen: roth, oranienfarbig, gelb, grün, hellblau, dunkelblau, violet. Fängt man alle Strahlen, welche zu diesem Bilde gehen, durch ein erhabenes Glas, auf, so erhält man ein weißes rundes Bild, fängt man nur die Strahlen auf, welche zu einem der gefärbten Kreise gehen, so erhält man ein rundes Bild von derselben Farbe. Nach diesen und andern Versuchen läßt sich wohl annehmen, das ungefärbte Licht bestehe wenigstens aus sieben verschiedenen Lichtarten, von welchen das rothe Licht am wenigsten, die übrigen aber nach der Reihe, wie sie auf einander folgen, stärker gebrochen werden. Man nennt diese Erscheinung die Zerstreuung der Lichtstrahlen. Was oben Brechungsverhältniß genannt ist, muß daher eigentlich das arithmetische Mittel zwischen den Brechungsverhältnißen der rothen und violetten Strahlen heißen. Wenn das Licht durch Plangläser geht, entdeckt man diese Zerstreuung nicht, die Strahlen nehmen hinter denselben eine Richtung an, welche ihrer vorigen parallel ist, sie vermischen sich wieder mit einander, und machen dann, wie der oben angezeigte Versuch lehrt, ungefärbtes Licht; hinter

dem Prisma hingegen fahren sie, wenn sie auch vor dem Prisma parallel waren aus einander, wobey sich die verschieden gefärbten Strahlen absondern. In erhabenen Gläsern machen die stärker gebrochenen Strahlen ein Bild, welches dem Glase näher liegt, als die Bilder der übrigen, es entsteht daher eine große Undeutlichkeit im Bilde, die, wie man sich ausdrückt, von der Abweichung der Strahlen wegen der Farben herrührt. Allein die Verhältniße, worin die Brechungen der verschieden gefärbten Strahlen zu einander stehen, bleiben nicht in allen Materien einerley, es laßen sich also durch die Zusammensetzung verschiedener Materien z. B. verschiedener Glasarten solche finden, wodurch die Strahlen unmerklich zerstreut werden. Alles, was solches leistet, heißt achromatisch. Achromatische Gläser bestehen aus einem Glase, welches viel Bleykalk enthält, (Flintglas) und gemeinem Glase (Croweglas) wovon jenes die Strahlen weniger bricht und stärker zerstreuet, dieses das umgekehrte thut. Sie sind dabey aus einem Hohlglase von Flintglas, und zwey erhabenen Gläsern von Croweglas, oder auch nur aus einem Hohlglase von Flintglas und einem erhabenen von Croweglas zusammengesetzt. Verbindungen der Hohlgläser und erhabener Gläser

von

von gemeinem Glase können für sich schon achromatisch werden.

Worin der Unterschied des verschieden gefärbten Lichtes bestehe, läßt sich schwer ausmachen. Am wahrscheinlichsten bleibt es, ihn in der verschiedenen Dichtigkeit des Lichts zu suchen. Das rothe Licht, welches am wenigsten von seinem Wege abgelenkt wird, wäre das dichteste, das violette hingegen am wenigsten dicht. Alle andere Hypothesen scheinen einer philosophischen Behandlung der Physik weniger gemäß.

Litt. Zusatz. Newton ist der Entdecker der Theorie von der Farbenzerstreuung. S. Optice Js. Newtoni lat. redd. a Sam. Clark. Lond. 1706. 4. vergl. Priestley's Gesch. S. 192. Karstens Photometr. 10 und 11ter Abschn. Dollond erfand die achromatischen Gläser. Den Streit über diese Materie erzählt Priestley Gesch. S. 339. folg. Von der Abweichung wegen der Farben Kästner Comm. Soc. reg. Gött. T. II. p. 183. Ueber Erscheinungen durchs Prisma von Göthn's Beytr. z. Optik 2 Stücke. Weimar 1792. Grens Journ. der Phys. 7 B. S. 3. Ueber achromatische Verbindungen von hohlen und erhabenen Glasern s. Lambert in Nov. Mem. de Berl. 1771. p. 338.

§. 80.

§. 80.

Die Farben der Körper entstehen nach der Meynung der meisten Naturforscher daher, daß sie das eben so gefärbte Licht allein zurückwerfen, alles übrige hingegen verschlucken oder durchlaßen. Weiß entsteht, wenn alles Licht zuzückgeworfen wird, schwarz, wenn gar kein Licht zurückgeworfen wird, aber es giebt keine vollkommen weiße und schwarze Körper.

Will man genauer bestimmen, was hiebey vorgeht, so scheint folgendes am wahrscheinlichsten. Das Licht, welches an den Vorderflächen der Körper zurückstrahlt, wird unverändert zurück geworfen, es macht die Bilder, und wenn es ungefärbt ist, die Helligkeit der Farben, und den Glanz, ohne welchen selten ein Körper gefunden wird. Das Licht, welches die eigentliche Farbe der Körper erzeugt, dringt hingegen in sie ein, und wird an den Hinterflächen der feinen durchsichtigen Theilchen, der Blättchen, des Ueberzuges der Bläschen zurückgeworfen. Geschähe dieses nicht, würde es an der Vorderfläche getrennt, so begreift man nicht, warum gefärbte Spiegel in ihrem Bildern die Farben der Gegenstände zeigen, da sie doch sonst alle anders gefärbten Strahlen, als die, welche sie beständig zurückwerfen, verschlucken. Auch begreift man nun besser, wie eine Trennung der Lichtstrahlen,

wodurch

wodurch die Farben erzeugt werden, geschehen könne, da ein Verschlucken, wohl nur beym wirklichen Eindringen in die Körper möglich ist. Vielleicht laßen sich hieraus die Farben dünner Scheibchen, die Farben beym Reiben der Glasplatten an einander u. s. w. die verschiedene Brechung bey einerley Zerstreuung u. s. w. erklären.

Litt. Zusatz. Ueber die Farben der Körper s. Newtons oben angef. Werk. T. Mayer Oper. inedit. ed. Lichtenberg. Gott. 1774. gr. 4. p. 31. Beschreib. einer mit Calauschen Wachs ausgemahlten Farbenpyramide von J. H. Lambert. Berl. 1772. 4. Vers. und Bemerk. über die Ursache der dauerhaften Farben undurchsicht. Körp. von E. H. Delaval übersetzt von L. Crell. Berl. 1788. 8. Ueber die Farben dünner Blättchen Priestley's Gesch. S. 375. Hube's Briefe 2ter B. Br. 66.

§. 81.

An einigen Körpern, z. B. den durchsichtigen Kalkspate, (Doppelspat) den man seiner Krystallisationsflächen beraubt, dem Bergkrystalle und andere mehr, bemerkt man eine besondere Brechung, welche die Gegenstände, die man dadurch sieht verdoppelt. Der erstere bildet gewöhnlich rhomboidalische Bruchstücke. Legt man

man ein solches über einen Punct, welcher sich fast in der Diogonale durch die stumpfen Winkel der Grundfläche befindet, bringt man das Auge so darüber, daß ein Strahl vom Puncte senkrecht durch den Stein nach dem Auge gehen müßte, so sieht man zwey Puncte in dieser Linie. Drehet man den Stein, so drehet sich das eine Bild um das andere. Es geht also der senkrecht auf die Oberfläche des Steins fallende Strahl nicht allein wie gewöhnlich durchgelassen, sondern er wird auch noch einmahl auf eine ungewöhnliche Weise gebrochen, und diese doppelte Brechung findet ebenfalls bey schief auffallenden Strahlen Statt. Die Strahlen wodurch man beide Puncte sieht, kreutzen sich im Steine. Läßt man die Strahlen durch ein anderes Stück derselben Materie wiederum gehen, so kommt es auf die Lage der letztern an, ob jeder Strahl auf eben die Art wie vorher, oder auf eine umgekehrte, oder wiederum auf eine doppelte Art gebrochen wird. Man hat drey- und mehrfache Verdoppelungen bemerkt. Genau erklärt sind diese Erscheinungen noch nicht, doch scheint der vielfache Durchgang der Blätter die Ursache dieser Erscheinungen zu seyn. Man hat künstliche Materien dieser Art durch das Zusammenschmelzen von verschieden brechenden Glase erhalten.

Litt. Zusatz. S. über den Doppelspat Priestley's Gesch. S. 398. Gehlers Wörterb. Art. isländisch. Krystall. Silberschlag Schrift, d. Ges. nat. Freunde zu Berl. VIII. B. 2. St. worin doch der wichtigsten Erscheinungen nicht gedacht ist. Auch Grens N. Journ. II, 403. 416. enthält nicht viel neues, und keine Erklärung der Erscheinungen bey mehrern Stücken, worauf es besonders ankommt. Ueber Rochons künstlichen Doppelspat s. Lichtenbergs Mag. f. Ph. und Nat. 1 B. 1 St. S. 184.

§. 82.

Wenn ein Strahl nahe vor einem andern Körper in demselben Mittel vorbeygeht, so bleibt er nicht in seiner Richtung, sondern wird näher nach dem Körper zu, oder weiter von ihm abgelenkt, oft scheint auch beides zugleich zu geschehen. Nicht selten bemerkt man dabey eine Farbenzerstreuung. Man kann diese Erscheinungen wahrnehmen, wenn man die Schatten verschiedener Körper in einem dunkeln Zimmer, welches nur durch eine kleine Oeffnung erleuchtet wird, betrachtet. Die Erscheinung heißt die Beugung der Lichtstrahlen. Das Zulenken scheint die Folge der anziehenden Kraft zu seyn, allein das Ablenken ist schwer zu erklären, wo es nicht auf die Lage der Flächen ankommt, welche den

den Strahlen die dazu gehörige Krümmung geben.

Litt. Zusatz. Grimaldi und Hook bemerkten die Beugung des Lichts zuerst, s. Priestleys Gesch. S. 133. Daselbst findet man S. 231. Newtons, S. 383. Maraldi's, Dutour's u. a. Beobachtungen. Gute Beobachtungen aber fehlerhafte Theorie hat Marat in Decouvert. sur la lumiere, Londr. 1787. u. Nouv. Decouv. sur la lumiere. à Par. 1788.

§. 83.

Viele Betrachtungen überzeugen uns, daß das Licht von den Körpern verschluckt oder in einem Zustande gebracht werde, wo es nicht mehr leuchtet. Undurchsichtige Körper werfen nie die Lichtmenge zurück, welche darauf fällt, auch laßen sie kein Licht durch, sie müßen also das Licht auf die erwähnte Weise vermindern. Durchsichtige gefärbte Körper werfen oft nur einerley gefärbtes Licht zurück, und laßen auch dieselbe oder nur eine andere durch, es ist also höchst wahrscheinlch, daß sie die übrigen gefärbten Strahlen verschlucken. Hieraus läßt sich erklären, warum man oft durch Röhren beßer als im Freyen sieht, warum in tiefen Gruben bey Tage die Sterne sichtbar sind und dergleichen mehr. Widerstand und Anziehung sind wohl die

beiden

beiden Mittel, wodurch die Lichtstrahlen zur Ruhe gebracht oder verschluckt werden. Da regelmäßige Körper meistens durchsichtig, unregelmäßige und gepulverte durchsichtige oft undurchsitig sind, so läßt sich vermuthen, daß das mannichfaltige Zurückstrahlen an den unordentlich gehäuften Flächen im Innern der letztern die Strahlen endlich zur Ruhe bringen.

§. 84.

Die Lehre vom Sehen und vom Auge gehört genau genommen in die Physiologie, kann aber hier doch nicht ganz übergangen werden. Das menschliche Auge besteht aus zwey Kugelabschnitten von verschiedenen Halbmessern, der hintere ist mit einer dicken undurchsichtigen Haut, der harten Haut (sclerobica), der vordern mit einer durchsichtigen welche mit der vorigen zusammenhängt oder der Hornhaut (cornea) umgeben. Hinter der letztern befindet sich eine wäßerige, durchsichtige Feuchtigkeit (humor aqueus), und den Boden des erstern Kugelabschnittes oder der vordern Kammer, macht die Regenbogenhaut (iris.) Sie hat in der Mitte eine Oeffnung, den Stern (pupilla) der sich bey stärkern Lichte und wenn man nahe Gegenstände betrachtet verengert, sonst erweitert. Hinter dieser Oeffnung

liegt

liegt ein linsenförmiger, durchsichtiger, fibroser, weicher, wie es scheint, muskuloser Körper, die Krystalliense (lens crystallina). Sie ist in einer besondern Kapsel eingeschloßen, und gegen die Mitte zu, dichter. Ihre ganze Hinterfläche umgiebt eine gallertartige, durchsichtige, in Zellen eingeschloßene Feuchtigkeit, welche man die gläserne (humor vitreus) nennt. Der Boden des hintern Kugelabschnitttes ist mit einer schwarzen Haut, der Aderhaut (choroidea) überzogen, seitwärts nicht gerade hinter dem Sterne tritt das Werkzeug der Empfindung, der Sehnerve (nervus opticus) in das Auge, und verbreitet sich in das Netzhäutchen (retina) welches in der Mitte ein Loch hat. Das Auge ist folglich als eine convexconvexe Linse zu betrachten, womit man deutlich siehet, wenn die Gegenstände durch parallele oder vielmehr wenig divergirende Strahlen, von jedem Puncte, ein verkehrtes Bild auf dem Netzhäutchen, oder sehr nahe davor und dahinter machen. Ein gutes Auge sieht Gegenstände in verschiedenen Entfernungen, welche auch in verschiedenen Entfernungen vom Glase ihr Bild machen, so deutlich, daß Veränderungen im Auge vorgehen müssen, wenn das Bild immer fast auf das Netzhäutchen fallen soll. Es muß dieses Häutchen der Krystallinse genähert oder von ihr ent-

entfernt, oder das Auge und die Linse selbst mehr und weniger convex gemacht werden, weil mehr convexe Gläser die Bilder näher hinter sich machen. Vielleicht geschieht beides, das erstere durch die Augenmuskeln, das letztere gleichfalls durch sie, und die muskulöse Beschaffenheit der Krystallinse. Doch haben diese Veränderungen ihre Grenzen, zu nahe und zu entfernte Gegenstände sehen wir gar nicht, oder undeutlich. Im Ganzen nimmt man 8 Zoll, als den Abstand vom Auge an, worin man einen Gegenstand deutlich sieht. Das Aderhäutchen dient das überflüßige Licht zu verschlucken, die gläserne Feuchtigkeit ist das Hohlglas, welches das Auge achromatisch macht. Fällt das Bild auf das Loch in dem Netzhäutchen, so wird es nicht gesehen. Der Sehewinkel (§. 72.) hat seinen Scheitel im Auge, und die Größe des Bildes ist der scheinbaren Größe des Gegenstandes proportional.

§. 85.

Wir lernen sehen, daher sehen wir die Gegenstände ungeachtet des Bildes auf der Netzhaut nicht verkehrt, und mit zwey Augen nur einfach, wenn die Bilder auf die Stellen in beiden Augen zugleich fallen, wo dieses gewöhnlich zu geschehen pflegt. Die scheinbare Größe wird nicht allein durch den Sehewinkel,

kel, sondern auch durch Erfahrung, Erinnerung und scheinbare Entfernung bestimmt. Die letztern schätzen wir, nach den innern Veränderungen im Auge, dem Winkel der beiden Augenaxen, der scheinbaren Größe, der Helligkeit und Lebhaftigkeit der Farben, dem Ansehen der kleinsten Theile der Gegenstände, der Vergleichung mit umliegenden Gegenständen und dergleichen. Im ebenen Spiegel sehen wir der Theorie gemäß alle Gegenstände so weit hinter dem Spiegel, als sie vor ihm liegen, weil CF = FJ Fig. 9. im erhabenen Spiegel nahe hinter demselben, im Hohlspiegel sehen wir sie, hinter demselben, der Theorie gemäß, wenn der Gegenstand zwischen dem Brennpuncte und dem Spiegel liegt, sonst aber immer vor demselben. Vom erhabenen und vertieften urtheilen wir nach Licht und Schatten. Bewegung sehen wir nicht, wir erkennen sie nur aus der veränderten Lage der Gegenstände. Ueberdieß können noch manche Gesichtsbetrüge durch Schatten, und Halbschatten im Auge, durch Ausbreitung der Strahlen hinter dem Bilde beym undeutlichen Sehen, von bleibenden Eindrücken und dergleichen mehr entstehen. So sieht man oft auch (zufällige) Farben, welche nicht wirklich vorhanden sind, die aber aus der Vermischung aller Farben bestehen, diejenigen ausgenom-

nommen, woran das Auge sich ermüdet hat. Die gesehene Klarheit eines Gegenstandes hängt von seiner Klarheit, der Größe des Sterns, der Durchsichtigkeit der Luft und des Auges selbst, der Schwärze der Aderhaut, dem deutlichen und undeutlichen Bilde ab. Zu starkes Licht macht, daß wir gar nichts, oder doch schwächeres Licht nicht sehen, im dunkeln hingegen sehen wir leuchtende Körper, wenn gleich ihr Sehewinkel kleiner als ½ Minute ist.

Die wichtigsten Gesichtsfehler sind: 1) Kurzsichtigkeit (Myopie) wo man entlegene Gegenstände undeutlich also nur durch sehr divergirende Strahlen deutlich sieht. Jene machen dann zu weit vor der Netzhaut ihr Bild. Die Ursachen sind zu viele Feuchtigkeit im Auge, überhaupt zu gewölbtes Auge, zu erhabene Krystallinse, vielleicht zu dichte Krystallinse gegen den Rand zu; Krämpfe sogar und so weiter. Ein Hohlglas, welches die Strahlen aus einander lenkt, hilft hier. 2) Weitsichtigkeit (Presbyopie). Nahe Gegenstände werden nicht deutlich gesehen, sie machen zu weit hinter der Netzhaut ihr Bild. Die Ursachen sind, Mangel an Feuchtigkeiten im Auge, zu flaches Auge, zu flache Krystallinse. Ein erhabenes Glas, (Brillen) welches die Strahlen zusammenlenkt, hilft hier. Beide Fehler können auch dadurch entstehen,

hen, daß die innern Veränderungen im Auge nicht gehörig vor sich gehen, durch Steifigkeit, Angewöhnen und so weiter. 3) Schielen, von Ungleichheit der Augen, schiefer Stellung der Krystallinse und der Pupille. 4) Schiefsehen, von schiefer Stellung der Pupille und Krystallinse, Undurchsichtigkeit einiger Theile der Hornhaut, Unempfindlichkeit einiger Theile des Sehenerven. 5) Schwarzer Staar von Unempfindlichkeit des Sehenerven, daher auch Tagsehen. 6) Nachtsehen von zu bloßer Aderhaut, zu weiter Pupille, zu großer Empfindlichkeit des Auges. 7) Endlich gehören noch manche örtliche Fehler des Auges und Zustände des Nervensystems hieher.

Litt. Zusatz. S. Gehlers Wörterbuch Art. Auge, Sehen, Gesichtsbetrüge, Gesichtsfehler, Schielen, scheinbare Größe, scheinbare Entfernung, zufällige Farben, Priestley's Gesch. m. Opt. an vielen Stellen. Ich setze noch folgende Nachweisungen hinzu. Ueber die muskulose Beschaffenheit der Krystallinse, Young in Grens Journ. 8ter B. S. 325, Reil das. S. 325. Hube's Erinnerungen gegen Maskelyne über die achromatische Beschaffenheit des Auges in deßen Briefen IIter B. Br. 69. Ueber das Loch in der Netzhaut, Sömmering. Ueber das Verkehrtsehen Walther Samml. der Abh. welche der Akademie

zu

zu Berlin vorgelesen worden. 1 B. Daß wir das Sehen lernen zeigt Schulze Prüf. von Kants Kritik der reinen Vernunft. Königsb. 1789. 1 Thl. S. 181. folg.

§. 86.

Die Werkzeuge, wodurch man eine größere Deutlichkeit im Sehen, nebst einer größern Bequemlichkeit zum Sehen hervorbringt, sind kurz folgende.

A. Einfache Gläser.

a. Erhabene Gläser. Hier sind zwey Fälle: 1) Der Gegenstand vor dem Glase macht hinter demselben ein Bild. Steht das Auge hinter dem Bilde, so sieht es daßelbe, wie jeden andern Gegenstand, weder in zu großer Nähe, noch zu großer Entfernung, steht es zwischen dem Bilde und dem Glase, so sieht es den Gegenstand durch convergirende Strahlen, also nicht deutlich. 2) Der Gegenstand macht hinter dem Glase kein Bild. Liegt er im Brennpuncte, so sind die Strahlen von allen Puncten deßelben hinter dem Glase parallel, das Auge sieht ihn dadurch aufrecht, deutlich, und weil man ihn nun dem Auge näher bringen kann, als ohne Glas, unter einem größern Sehewinkel oder vergrößert. Liegt der Gegenstand zwischen

Glas und Brennpunct, so sieht ihn das Auge durch divergirende Strahlen, nach seiner Beschaffenheit, deutlich, aufrecht und vergrößert. Der Vergrößerung wegen nennt man diese Gläser einfache Mikroskope, sie wird durch den Quotienten der Brennweite in die deutliche Seheferne (8 Zoll) bestimmt.

b. Hohlgläser. Das Auge sieht jeden Punct des Gegenstandes durch mehr divergente Strahlen. Der Gegenstand erscheint dadurch nach der Beschaffenheit des Auges, deutlich und verkleinert.

Von den Spiegeln ist schon oben gehandelt.

B. Fernröhre. Teleskope. Entfernte Gegenstände, welche aus jedem Puncte auf ein Vorderglas, (Objectivglas) oder einen Spiegel, parallele Strahlen schicken, werden durch andere Gläser (Ocular gläser) deutlich und vergrößert gesehen. Die Gläser können auch achromatisch seyn.

a) Ohne Spiegel.

1. Das Galileische oder Holländische Fernrohr. Perspectiv. Besteht aus einem erhabenen Objectiv und hohlen Ocularglase, wovon das letztere die Strahlen eines jeden Punctes im Gegenstande nachdem sie durch das erste convergent geworden, wieder parallel bricht.

bricht. Die Vergrößerung oder der Quotient der scheinbaren Größe ohne Fernrohr in die scheinbare Größe durch das Fernrohr, ist dem Quotienten der Brennweite des Vorderglases durch die Zerstreuungsweite des Augenglases gleich.

2. Das Keplerische Sternrohr. Ein erhabenes Vorderglas macht ein verkehrtes Bild, ein erhabenes Augenglas bricht die Strahlen aus jedem Puncte des Bildes einander parallel. Die Vergrößerung ist dem Quotienten der Brennweite des Vorderglases durch die Brennweite des Augenglases gleich. Ein größeres Gesichtsfeld erhält man, wenn ein anderes Ocular dicht an das erstere, oder in den gemeinschaftlichen Brennpunct beider Gläser gestellt wird.

3. Das Erdrohr, zuerst von Rheita angegeben. Das Vorderglas macht ein verkehrtes Bild, das erste Augenglas bricht die Strahlen eines jeden Punctes in diesem Bilde parallel, das zweite fängt diese auf, macht ein aufgerichtetes Bild, das dritte bricht die Strahlen wiederum parallel. Die Vergrößerung wird, wie bey Nr. 2. bestimmt, wenn die Augengläser gleiche Brennweiten haben. Auch kann man es so einrichten, daß das erste Bild hinter das erste

Augenglas, das zweyte hinter das zweyte fällt und so weiter. Oder man nimmt vier Augengläser zur Erweiterung des Gesichtsfeldes, wo das erstere Bild zwischen das erste und zweyte, das andere Bild zwischen das zweyte und dritte Augenglas fällt. Man hat die Zahl der Augengläser bis sechs vermehrt.

b) Mit Spiegeln.

1. Das Newtonische Teleskop. Die Strahlen des entfernten Gegenstandes fallen auf einem Hohlspiegel (Reflector) werden von da auf einem Planspiegel (ursprünglich ein Prisma) geworfen, und durch ein erhabenes Glas in der Seite der Röhre gesehen. Herschel hat es außerordentlich verbessert. Der Reflector ist parabolisch, man sieht das Bild in ihm ohne Planspiegel, durch ein erhabenes Glas gerade zu.

2. Das Gregorianische Teleskop, von Short sehr verbessert. Ein durchbohrter Hohlspiegel wirft das Bild auf einem gegen über stehenden Hohlspiegel, welches durch die Oeffnung in dem ersten Spiegel vermittelst zweyer erhabener Augengläser gesehen wird.

3. Hieher kann man auch die Polemoskope und so weiter rechnen, deren Gebrauch aber sehr eingeschränkt ist.

C. Mi-

C. Mikroskope (zusammengesetzte). Nahe Gegenstände werfen auseinanderlaufende Strahlen auf ein erhabenes Vorderglas, oder einem Spiegel, und werden durch erhabene Augengläser vergrößert gesehen. Man beleuchtet die Gegenstände mit Hohlspiegeln oder erhabenen Gläsern. Die mit Spiegeln sind nicht sehr gewöhnlich.

1) Das Bild des Gegenstandes fällt über den Brennpunct hinaus, die Strahlen davon werden durch ein Augenglas zu Parallelstrahlen. Zacharias Jansen erfand es. Gewöhnlich nimmt man mehr Augengläser, am häufigsten zwey, das erste macht dann ein verkehrtes Bild, das zweyte bringt die Strahlen jedes Punctes parallel ins Auge. Man steigt auch bis zu fünf Augengläsern.

D. Werkzeuge, welche vergrößerte Bilder machen, die man mit bloßem Auge betrachtet.

1) Die Zauberlaterne (laterna magica) von Kircher zuerst angegeben. Auf Glas gemahlte, durch einen Lampen und Hohlspiegel erleuchtete Bilder werfen ihre Strahlen auf ein erhabenes Glas, dieses sendet sie von jedem Puncte parallel auf ein anderes erhabenes Glas, welches auf einer gegen über stehenden Wand

ein

ein verkehrtes Bild in einem dunkeln Zimmer macht.

2) Das Sonnenmikroskop von Lüberkühn erfunden. Der Gegenstand wird durch Spiegel und erhabene Gläser vom Sonnenlichte erleuchtet, und macht durch ein erhabenes Glas auf einer gegen über stehenden Wand in einem dunkeln Zimmer ein verkehrtes Bild.

3) Das Lampenmikroskop. Ein Gegenstand wird von einem Lichte, durch Hohlspiegel oder erhabene Gläser beleuchtet, und wirft Strahlen auf ein erhabenes Glas, welche von da als Parallelstrahlen ausfahren, und hinter zwey erhabenen Gläsern ein Bild machen, das man in einem dunkeln Kasten gerade zu betrachtet.

E. Werkzeuge, wodurch man nur Bilder macht, ohne Absicht einer Vergrößerung.

1) Das tragbare dunkele Zimmer (camera obscura) Ein erhabenes Glas bildet die Gegenstände in einem verschloßenen Kasten, auf einem gegenüber befindlichen schiefen Planspiegel ab, welcher es auf ein matt geschliffenes Glas, mit Oehl getränktes Papier und dergleichen wirft, wo man es mit bloßen Augen oder durch ein erhabenes Glas betrachtet. Auch wirft

der

der Spiegel die Strahlen erst auf ein erhabenes Glas, welches die Bilder macht.

2) Die tragbare helle oder lichte Kammer (camera lucida). Ein erhabenes Glas wirft die Strahlen auf einen schiefen Planspiegel oder Hohlspiegel, dieser macht ein Bild, welches man durch ein erhabenes Glas betrachtet.

Litt. Zusatz. S. Gehlers Wörterbuch a. d. gehör. Ort. Priestley's Gesch. d. Opt. und die Schriften §. 77. Zus.

Zwey.

Zweytes Hauptstück.

Von der Wärme.

§. 87.

Wärme nennen wir zuerst das Gefühl, welches manche Körper bey der Berührung in uns hervorbringen, dann, den Zustand, worin sie dieses Gefühl in uns erregen können, endlich auch wohl die Ursache jenes Gefühls und jenes Zustandes. Die Wärme zeigt sich von verschiedener Stärke, ein hoher Grad derselben heißt Hitze, ein geringer, Kälte. Wärme in Verbindung mit Licht wird Feuer genannt, und der Körper in diesem Zustande, glühend. Das Gefühl der Kälte und Wärme kann in uns durch andere Körper nur vermittelst der Bewegung einer Materie erzeugt werden, welche wir daher Wärmestoff nennen und als die Ursache der Wärme ansehen wollen. Diese Materie äußert sich durch keine merkliche Gegenwirkung, wenn sie daher auch nichts anders seyn sollte, als eine Bewegung der feinsten Theile anderer

anderer nicht ätherischer Körper, so weichen doch diese so sehr von jenen Körpern ab, daß man sie als eine besondere Materie ansehen kann. Man hat an diesem Stoffe ebenfalls noch kein merkliches Gewicht wahrgenommen, eher ein Bestreben sich von der Erde zu entfernen, welches sich aber auf eine mannichfaltige Weise, ohne negative Schwere erklären läßt. Der Wärmestoff, verbreitet sich ferner durch alle bekannten Körper, er kann durch keine Materie zurückgehalten werden.

Litt. Zus. und Anm. Ich habe von dem Wärmestoffe, besonders von seiner negativen Schwere, welche einige Physiker behauptet haben, in meinen Beytr. zur Phys. und Chemie 2tes St. S. 20. folg. 3tes St. S. 24. gehandelt. Freyer Wärmestoff kann leichter seyn, als anderer, welcher durch eine Anziehung, wäre es auch nur von verdünnter Luft verdichtet wird, in diesem also aufsteigen. Solcher freyer Wärmestoff wird dort vorkommen, wo eine Menge desselben angehäuft wird. Hieraus lassen sich also Erscheinungen erklären, welche ich a. a. O. für jenes Bestreben sich von der Erde zu entfernen, angegeben habe. Vortreflich erinnert Herr Berger Scheerer in den Nachträgen zu seinen Grundzügen der antiphlog. Chemie, daß man nicht zu unbehutsam den Wärmestoff als Materie behan-

behandeln müsse. Aber ich will auch hier die Behandlung des Wärmestoffs als Materie nur als einen kurzen Ausdruck gelten lassen.

§. 88.

Der Wärmestoff besitzt das Vermögen, alle Körper nach allen Ausmessungen auszudehnen, wenn man ihn in gehöriger Menge damit in Verbindung bringt. Umgekehrt ziehen sich alle diese Körper in eben der Maaße wieder zusammen, als sie ausgedehnt wurden, wenn dieser Wärmestoff wiederum entweicht. Die Größe der ausdehnenden Kraft des Wärmestoffs in jedem Puncte eines Körpers, welche er auf einen andern bestimmten Körper äußert, heißt die Temperatur des ersten Körpers. Wir bemerken nun, daß sich der Wärmestoff in einem Körper, so wie in einem System von Körpern so lange verbreitet und vertheilt, bis die Temperatur derselben überall einerley ist. Wärmestoff, welcher sich auf diese Art verbreitet, soll freyer Wärmestoff heißen, da es, wie wir in der Folge sehen werden, noch andern Wärmestoff giebt, welcher aus einem Körper durch die geringere Temperatur eines andern nicht zu entfernen ist. Die Dichtheit des freyen Wärmestoffs (eigentlich Intension, welche nur dann mit der Dichtheit des Wärmestoffs einerley ist, wenn

wenn dieser als durchaus gleichartig angesehen wird) in einem Körper bestimmen wir durch diese Temperatur, und die Menge ist der Temperatur mit der Masse dieses Körpers multiplicirt gleich, so lange wir nämlich gleichartige Körper mit einander vergleichen. Vermengt man eine Masse M von der Temperatur T, mit einer Masse m desselben Körpers von der Temperatur t, nimmt man ferner an, daß beym Vermengen kein freyer Wärmestoff verlohren gehe, so ist die Menge desselben im Gemenge = $MT + mt$, die Temperatur des Gemenges = $\frac{MT + mt}{M + m}$. Körper, deren Ausdehnungen mit der Vermehrung der Wärme in geraden Verhältnisse stehen, werden in einem solchen Gemenge eine Ausdehnung erhalten, welche sich aus der Ausdehnung berechnen läßt, die sie in jedem der Theile hatten, woraus man das Gemenge gemacht hat. Versuchen zu folge, ist Quecksilber die einzige bekannte Materie, die dieses am genauesten leistet, wir sagen von ihr, sie habe mit der Wärme einen gleichen Gang. Körper, welche sich durch dieselbe Vermehrung der Wärme mehr als andere, oder durch eine geringere Vermehrung gleich stark ausdehnen, heißen **empfindlicher** für die Wärme. Einige wenige Körper, machen hievon Ausnahmen, Wasser

z. B.

z. B. zieht sich in niedrigere Temperaturen bey einer Vermehrung der Wärme zusammen, und dehnt sich bey einer Verminderung derselben aus, es giebt aber auch scheinbare Ausnahmen, wenn sich nämlich ein Körper bey einer Vermehrung der Wärme zusammenzieht, weil der Wärmestoff mehrere Theile desselben dampfförmig macht, und austreibt.

§. 89.

Eine Menge Erscheinungen in der Natur, lassen sich aus der Ausdehnung durch den Wärmestoff erklären. So springen und reißen manche Körper, wie Glas, wenn sie plötzlich abgekühlt und zusammengezogen werden, andere, wie Glas, Stahl werden dadurch härter und spröder, Pendul verlängern sich in der Wärme und schwingen langsamer, die Wärme vermindert in den meisten Fällen das specifische Gewicht der Körper, sie dehnt das Queckſilber im Barometer aus, macht die Luft specifisch leichter und elastischer, also zum Füllen der Aerostaten brauchbar, erregt dadurch Winde und so weiter. Um die Temperatur der Körper genauer zu bestimmen, hat man manche Werkzeuge erdacht, welche man überhaupt Thermometer nennen kann. Sie sind von verschiedener Art.

1) Ei-

1) Eigentlich sogenannte Thermometer. Eine tropfbare Materie, wird in eine gläserne, verschlossene, luftleere Röhre eingeschloßen, woran sich unten ein hohles Gefäß, etwa eine Kugel befindet. Die beste Materie dazu ist, wie der vorige §. lehrt, Quecksilber. Man hat bemerkt, daß aufthauendes Eis und siedendes Wasser (das letztere bey einerley Barometerhöhe) die Flüßigkeit im Thermometer bey denselben Graden der Ausdehnung erhalte, und beständig auf sie zurückbringe. Man setzt daher nach Reaumur's Scale bey dem ersten Puncte 0, bey dem letzten 80, man theilt den Zwischenraum in 80 gleiche Theile oder Grade ein, und zeichnet dieselben Grade auch unter 0, wo man sie nach — 1, — 2. und so weiter fortzählt. Nach Fahrenheit wird bey dem ersten Puncte 32. bey dem zweyten 212. gesetzt, der Zwischenraum in 180. Grade getheilt, auch werden gleich große Grade von 32 bis 0, uud weiter von — 1, — 2. und so ferner aufgetragen. Alle diese Zahlen gründen sich auf sehr ungewisse Ausdehnungen des Weingeistes und Quecksilbers, es wäre daher am besten, wenn man den Zwischenraum zwischen dem Gefrier- und Siede-Puncte nach Celsius in 100 gleiche Grade eintheilte.

2) Sehr

2) Sehr empfindliche Thermometer sind die Luftthermometer. Da es nicht scheint, als ob die Luft, bey gleichem Drucke mit den Vermehrungen der Wärme sich verhältnißmäßig ausdehne, so kann man sie nur in dieser Rücksicht gebrauchen.

3) Metallthermometer (Pyrometer). Da das Quecksilber bey 600° Fahrenh. dampfförmig wird, so muß man, um stärkere Grade der Wärme zu messen, die Ausdehnung anderer Materien beobachten, wozu die Metalle am geschicktesten sind. Doch hat kein einziges die Genauigkeit des Quecksilber-Thermometers.

4) Eigentliche Pyrometer, würde ich nur die nennen, welche durch das scheinbare Zusammenziehen in der Wärme sehr hohe Grade der Hitze angeben. Hieher gehört Wedgwood's Pyrometer von Thonwürfeln, welche in der Wärme ihre Feuchtigkeit verliehren und sich zusammenziehen.

Litt. Zusatz. Ueber Thermometer, Metallthermometer, Pyrometer s. Gehlers Wörterb. über die Luftthermometer Pictet Versuch über das Feuer S. 63. über Wedgwood's Pyromet. Phil. Tr. p. 72. Götting. Mag. von Forster u. Lichtenb. 3. Jahrg. 2 St. S. 313. Von der Ausdehnung des Glases, wichtig für die Thermometer handelt Charles in Mem. de l'Acad. d. Sc.

J. Sc. p. 1787. von den Ausdehnungen verschiedener Flüßigkeit. Schmidt in Grens N. Journ. I, 293. der Ausdehnung der Luft, Morveau in Grens Journ. I, 293.

§. 90.

Vermengt man verschiedene Körper von verschiedenen Temperaturen, so hat das Gemenge sehr selten die Temperatur, welche es wie bey gleichartigen Körpern nach §. 87. haben sollte, sondern eine kleinere oder größere. Es wird daher bald eine größere bald eine kleinere Menge freyer Wärme erfodert, um verschiedene Körper zu einem und demselben Grade der Temperatur zu bringen. Wir sagen der Körper habe eine größere Capacität wenn gleiche Massen von ihm eine größere Menge freyen Wärmestoffs erfodern, um zu einer bestimmten Temperatur zu gelangen, als gleiche Massen von einem andern Körper. In diesem Falle legen wir ihm auch eine größere specifische (freye) Wärme bey, da sich annehmen läßt, daß er bey der beständigen Vertheilung des Wärmestoffs bereits eine größere Menge von freyem Wärmestoff aufgenommen habe, als ein anderer von geringerer Capacität. Der Ausdruck specifisch verwandelt sich in relativ, wenn man statt gleicher Massen, gleiche Volumina in Erwägung zieht. Hier

ist

ist immer nur von freyem Wärmestoffe die Rede, wenn gleich in Körpern von größerer Capacität ein Theil des Wärmestoffs das Vermögen auszudehnen scheint verlohren zu haben, so kann doch dieser Wärmestoff durch eine Erkältung wieder ausgeschieden werden. Die Capacität des reinsten Wassers nimmt man = 1 an, und vergleicht damit die Capacitäten der übrigen Körper. Bey gleichen Capacitäten verhalten sich die Mengen des freyen Wärmestoffs in zwey Materien nach §. 87. wie ihre Massen und Temperaturen, aber bey gleichen Massen und Temperaturen, darf man dieses Verhältniß dem Verhältnisse ihrer Capacitäten gleich setzen. Es sey M die Masse eines Körpers, T seine Temperatur, C seine Capacität, für einem andern bedeuten m, t, c ähnliche Dinge, so verhält sich die Menge des freyen Wärmestoffs im erstern wie MCT, im andern wie mct. Vermengt man beide Massen, beobachtet man die Temperatur des Gemenges, welche wir = t' setzen wollen, und nimmt man an, das durch dieses Vermengen der freye Wärmestoff weder vermehrt noch vermindert werde, so ist $MCT + mct = (MC + mc)\ t'$, $MCT - MCt' = mct' - mct$, $(MT - Mt')\ C = (mt' - mt)\ c$, also $C : c = m\ (t' - t) : M\ (T - t')$; für $M = m$ erhält man $C : c = t' - t : T - t'$ eine

eine bequeme Proportion die Capacität eines Körpers zu finden, wenn C bekannt oder = 1 gesetzt wird.

Es ist noch nicht ausgemacht, ob selbst in einem und demselben Körper durch die Ausdehnung oder Zusammenziehung, die Capacität nicht geändert werde, manche Beobachtungen scheinen eine solche Aenderung zu beweisen. Dann wäre die Lehre von der Vertheilung der Wärme in gleichartigen Materien §. 87. nicht ganz richtig. Wenn sich indessen die Körper nicht gar sehr durch die Wärme ausdehnen, wie Wasser in geringen Temperaturen, so würde man dadurch der Wahrheit wenigstens sich nähern.

Litt. Zusatz. Ein Hauptwerk über diese Gegenstände ist Ad. Crawford Vers. u. Beobacht. über die Wärme der Thiere u. s. w. übers. von Crell. Leipzig 1790. 8. auch Lavoisier und de la Place in Lavoisier's phys. chem. Schrift. übers. von Weigel. Greifsw. 1785. 3 Thl. S. 325. vergleiche Grens Journ. I, 1. Mayer über die Gesetze und Modificationen des Wärmestoffs. Erlangen 1791. 8. Lichtenberg zu Erxlebens Naturlehre IX. Abschnitt. Meine Beytr. zur Ph. und Chem. 2tes St. S. 55. Ueber die Aenderung der Capacität gleichartiger

ger Körper Mayer a. a. O. S. 103. meine Beytr. 2tes St. S. 87. 3tes St.

§. 91.

Wir haben noch auf die Geschwindigkeit zu sehen, womit der Wärmestoff sich vertheilt, und zwar zuerst wie dieses in einer und derselben Materie zu geschehen pflegt. Hier finden wir den Fall, a) wenn der Wärmestoff durch eine Materie, ohne sie zu erwärmen, in einer so kurzen Zeit geradlinig fortgeht, daß man sie nicht angeben kann. Bis jetzt hat man dieses nur in der Luft beobachtet. Er wird alsdenn nach eben den Gesetzen, wie das Licht zurückgeworfen. Ein warmer (nicht glühender) Körper in dem Brennpuncte eines Hohlspiegels macht ein Luftthermometer in dem Brennpuncte eines gegen über stehenden metallenen Hohlspiegels steigend, ein kalter fallend. Man könnte diesen Wärmestoff strahlend nennen, und er muß sich nach photometrischen Gesetzen verbreiten. Doch verbreitet sich, Versuchen zu Folge, nicht aller Wärmestoff auf diese Art durch die Luft, wie schon daraus erhellt, daß die Luft selbst erwärmt wird. Oder b) der Wärmestoff geht langsamer durch die Körper, indem er sie zugleich erwärmt. Die Geschwindigkeit ist für verschiedene Körper ver-

verschieden, läßt sich aber schwer genau bestimmen, da der Uebergang aus der gegebenen Materie in andere die Erfolge ändert. Einige Physiker, z. B. Franklin, Ingenhouß bestimmen nach der Größe dieser Geschwindigkeit die Leitungsfähigkeit der Körper. Zweytens ist auch die Zeit sehr verschieden, worin verschiedene Körper den Ueberschuß ihrer Wärme an einen andern gegebenen Körper absetzen, oder einen solchen von diesem letztern aufnehmen. Auf diese Weise bestimmen die meisten Physiker die Leitungsfähigkeit der Körper, welche im umgekehrten Verhältnisse mit der Zeit steht, die erfodert wird, um den Körper auf einerley Temperatur mit der umgebenden Materie zu bringen. Gewöhnlich wählt man zur letztern die Luft, Nach Mayers Versuchen steht dann die Leitungsfähigkeit der Körper bey gleichem Umfange im umgekehrten Verhältnisse mit ihren Capacitäten und Dichten, vorausgesetzt, daß die Wärme der Luft sich nicht beträchtlich während des Versuchs ändere.

Uebrigens stehen aber Ausdehnung der Körper, Capacität, Leitungs-Fähigkeit, specifisches Gewicht, Stärke des Zusammenhangs und so weiter in keinem bekannten Bezuge.

Litt. Zusatz. Die Mitglieder der Akademie del Cimento bemerkten zuerst die schein-

bare Reflection der Kälte, Saggi di nat. exp. S. 176. Ueber den strahlenden Wärmestoff s. Lamberts Pyrometrie. Berl. 1779. 4. Pictet a. a. O. S. 56, meine Beytr. 2. St. S. 5. folg. 3 St. S. 69. folg. Ueber die Leitungsfähigkeit Lambert u. Mayer a. a. O. S. 228. folg. meine Beytr. 3 St. S. 83.

§. 92.

Der strahlende Wärmestoff erhält wahrscheinlich seine Bewegung durch den Stoß, wenn irgendwo Wärmestoff plötzlich vermehrt oder auch vermindert wird. Verschiedene Physiker haben alle Erscheinungen des Wärmestoffs aus Bewegungen, welche durch Stoß entstehen, erklären wollen. Solche Vorstellungen führen zuletzt auf sehr gewagte Hypothesen, viel wahrscheinlicher ist es, den Wärmestoff als eine relativ elastische Materie anzusehen, welche sich wie die Luft, beständig in einem zusammengedrückten Zustande befindet, als freyer Wärmestoff, vermittelst ihrer Elasticität (die man in diesem Sinne die respective Elasticität nennen könnte) zu verbreiten, und die Körper auszudehnen strebt. Es kann also nicht eher Ruhe erfolgen, bis diese respective Elasticität des Wärmestoffs in einem System von Körpern durchaus einerley ist. Jenes Bestreben, welches die Temperatur eines

Kör-

Körpers bestimmt, steht nun in einem geraden Verhältnisse mit der Dichte des Wärmestoffs, die in ihm durch den Druck anderer Körper, oder des Wärmestoffs selbst hervorgebracht wird, in einem umgekehrten mit der Dichte, welche die Anziehung des Körpers zu dem darin befindlichen Wärmestoffe erzeugt, denn die letztere schwächt die respective Elasticität desselben. Eben so wird das Ausbreitungsvermögen der Luft durch die Anziehung der Erde vermindert. Jene Anziehung macht in ihren verschiedenen Graden die verschiedenen Capacitäten möglich, sie selbst hängt von der Dichte einzelner Theile des Körpers und der Menge ihrer Berührungspuncte mit dem Wärmestoffe ab. Alles dieses wird noch wahrscheinlicher, wenn man erwägt, daß die Luftarten und Dämpfe selbst ihre relative Elasticität von dem Wärmestoffe zu haben scheinen. Die Ausdehnung der Körper durch den Wärmestoff beruhet nun aber nicht allein auf der ausdehnenden Kraft des letztern sondern auch auf der Gestalt, Anziehung und so weiter der Theilchen, woraus sie bestehen. Die Geschwindigkeit womit der Wärmestoff durch einerley Materien sich bewegt, kommt auf die Lage und Gestalt seiner Theile, auch wohl auf den Widerstand an, welchen sie dem Wärmestoffe entgegen setzen. Die Geschwindigkeit, womit ein Körper dem

andern den Wärmestoff überläßt, hängt von seiner Anziehung zum Wärmestoffe, so wie der Geschwindigkeit, ab, womit der letztere ihn an umher befindliche Theile abgiebt.

Litt. Zus. u. Anm. S. hierüber vorzüglich Mayers angeführte Schrift, auch meine Beytr. 3. St. S. 73. Man kann das hier gelehrte leicht mit Mayers Angaben vergleichen, wenn man statt des Ausdrucks Dichte durch Druck, bey Mayer Dichte überhaupt setzt, statt Dichte durch Anziehung, bey Mayer specifische Elasticität des Wärmestoffs, und statt respective Elasticität, bey Mayer Kraft der Wärme. Man wird leicht einsehen, warum ich diese Ausdrücke ändern mußte. Prevost hält die Reflection der Kälte, aus einer Theorie wie diese, unerklärlich (Grens Journ. VI, 325.) aber die plötzliche Erkältung macht plötzliche Ausdehnung des Wärmestoffs nach allen Seiten und dadurch Strahlung. Es geschieht hier eine Art von Rückwirkung.

§. 93.

Viele starre Körper werden durch die Anhäufung des Wärmestoffs in flüßige und zwar tropfbare verwandelt, wir sagen dann von ihnen, sie schmelzen. Beyspiele hievon geben das Eis, die meisten Metalle, die Harze und so weiter.

ter. Der Wärmegrad, wobey ein jeder dieser Körper anfängt zu schmelzen, ist sehr verschieden, und hängt, so viel wir wissen, von keinen äußern Umständen ab. Einige Substanzen nehmen, nachdem sie geschmolzen sind, einen größern einige wenige z. B. Eisen, Schwefel, Eis, einen geringern Raum ein. Manche Körper die für sich sehr schwer schmelzen, gerathen mit einander vermengt viel leichter in den Fluß. So lange die Körper schmelzen, erregen sie Kälte, sie nehmen dabey weit mehr freyen Wärmestoff auf, als sie nach §. 87. thun sollten, welches sich aus ihrer vermehrten Capacität beym Flüßig werden größtentheils erklären läßt, doch bleibt vielleicht ein Theil des aufgenommenen Wärmestoffes nicht frey. Dieses ist auch die Ursache, warum das Eis indem es schmelzt, keine höhere Temperatur als 0 nach Reaumur annimmt. Die Ursache des Schmelzens liegt wahrscheinlich darin, daß die Theile der starren Körper durch die Ausdehnung zu sehr von einander entfernt werden, so daß nun die feinen Blättchen, woraus sie zu bestehen scheinen, Bläschen bilden. Da nun diese Kugeln mehr Raum zwischen sich lassen, als vorher, so entsteht wärmeleerer Raum und die Capacität wird vermehrt. Körper welche sich in einem engern Raum zusammenziehen, scheinen viel Luft zu verliehren.

Die

Die Ursache des leichtern Flusses vermengter Materien rührt wohl daher, daß eine Substanz von einer gewissen leichter Wärmestoff aufnimmt, als von einer andern.

Umgekehrt, wenn diese flüßigen Körper erkalten, gehen sie wiederum in den starren Zustand über, und dann sagen wir von ihnen, sie gestehen, gerinnen, gefrieren, erstarren. Sehr oft nehmen sie dabey eine regelmäßige Gestalt an, sie bilden Krystalle. Die meisten nehmen einen geringern Raum ein, als im flüßigen Zustande, einige wenige, als Wasser, Schwefel, Eisen hingegen dehnen sich schon ehe sie starr werden, so wie beym Erstarren und nachher oft mit einer außerordentlichen Gewalt, aus, welche wahrscheinlich von diesem Triebe regelmäßige Gestalten zu bilden, herrührt. Der Grad, wobey die Körper erstarren ist für verschiedene Körper verschieden. Bey dem Erstarren entsteht Wärme. Manche Substanzen, z. B. Wasser können bis unter ihrem gewöhrlichen Gefrierpunct erkältet werden, sobald aber eine zitternte Bewegung oder ein erstarrter Körper derselben Art hinzukommt, gefrieren sie sogleich, und das Thermometer steigt in ihnen bis zu dem gewöhnlichen Gefrierpuncte. Trübes mit starren Theilchen gemengtes Wasser, kann nicht so sehr erkältet werden, ohne zu frieren, als reines.

nes. Der Wärmestoff, welcher sich entwickelt, indem eine Flüßigkeit auf die eben gedachte Weise erstarrt, ist nicht frey, weil er nicht durch Erkältung, oder vermöge seiner respectiven Elasticität allein, sondern nur mit Hülfe einer Erschütterung oder Anziehung anderer Substanzen, entfernt wird. Ich nenne solchen Wärmestoff gebunden. Die Krystallisation ist eine noch nicht erklärte Erscheinung, vielleicht aber läßt sich hier vieles aus der veränderten Form und dem Zerplatzen der Bläschen herleiten.

Die Eigenschaft des Wärmestoffs, Körper bey einem beständigen Grade des Thermometers zu schmelzen, giebt ein vorzügliches Mittel seine Stärke oder seine Menge in einem bestimmten Raume zu messen. Hierauf gründet sich das Calorimetter von Lavoisier und de la Place.

Litt. Zusatz. S. v. Mairan Abh. vom Eise. Leipz. 1752. 8. Gehlers Wörterb. Art. Eis. Ueber die Kälte beym Schmelzen des Eises stellte DeLuc die ersten Versuche an, Wilke (Schwed. Abh. f. 1772. S. 93.) Black (Journ. d. Phys. p. 1773.) handelten davon genauer und kamen dabey zuerst auf die Begriffe von Capacität und specifischer Wärme doch kommt hier gebundener Wärmestoff, bey der Bestimmung der Capacität eigentlich nur freyer Wärmestoff vor.

Lan-

Landriani hat die hier angegebenen Erscheinungen auch bey Metallmischungen beobachtet, Voigts Mag. III, 4, 120. Vergl. Grens Journ. d. Ph. II, 24: meine Beytr. 2tes St. S. 81. Ueber das Calorimeter s. Lavoisier's phys. u. chem. Schr. III, 325.

§. 94.

Der Wärmestoff hat ferner die Eigenschaft, Theilchen aus den starren und tropfbaren zu entfernen oder zu verflüchtigen, und zwar bey einem Wärmegrade, der für verschiedene Körper verschieden ist. Der Erfolg davon ist dreyfach.

1) Es entstehen durch die Anhäufung des Wärmestoffs in den Körpern eigentliche Luftarten, welche in der Kälte ihre Luftform behalten. So entwickelt sich z. B. Lebensluft aus dem Braunsteine im Feuer, Luftsäure aus der Kalkerde u. s. w.

2) Es entstehen luftförmige Substanzen, welche in der Kälte wiederum starr oder tropfbar werden (sich verdichten), Dämpfe. Im Anfange der Verdichtung zeigen sie sich gewöhnlich als Rauch oder Nebel, und dann erkennt man zuweilen die Gestalt der Bläschen deutlich, sonst sind sie völlig durchsichtig. Bey einer geringen Temperatur entstehen die Dämpfe an

der

der Oberfläche der Körper unmerklich, und dann sagen wir, sie verdunsten, wie z. B. Wasser, Eis in keiner zu niedrigen Temperatur, Weingeist und so weiter. Ein Körper verdunstet desto mehr, je mehr er Oberfläche der Luft darbietet, wie auch, je wärmer er ist. In verdünnter Luft ist diese Verdunstung stärker, als in der Atmosphäre, in allen Fällen aber entsteht dabey Kälte. Bey einer höhern Temperatur reißen sich aus dem Innern der Flüßigkeiten Luftblasen loß, es bilden sich dort Dämpfe, welche den Druck der darauf liegenden Flüßigkeit, so wie den Druck der Atmosphäre aushalten ohne sich zu verdichten, aber wegen ihres geringen specifisches Gewichts aufsteigen. Wir sagen dann, die Flüßigkeit siede. Bey einerley Materien, wenn sich diese während des Siedens nicht ändern und einerley Barometerhöhe, ist der Wärmegrad des Siedens beständig, für Wasser 212°F. oder 80°R. Bey niedrigem Barometerstande ist er niedriger, so wie auch in verdünnter Luft, die Wärme vermehrt also die specifische Elasticität der Dämpfe so sehr, daß sie dem Drucke der Luft und der Flüßigkeit widerstehen, auch wird beym Verdampfen beständig Kälte erzeugt, daher haben die eben aufsteigenden und sich entfernenden Dämpfe, so wie der siedende Körper beständig einerley Temperatur. Ein starker Druck vermag

die

die Dämpfe zu verdichten, der Druck, welchen sie aber, ohne verdichtet zu werden, ertragen können, wächst mit dem Grade ihrer Temperatur. Schließt man siedende Flüßigkeiten in Gefäße völlig oder doch so ein, daß sich die Dämpfe nicht schnell entfernen, so erlangen diese einen hohen Grad der Hitze, und eine solche specifische Elasticitat, daß sie den stärksten Widerstand überwinden können. Man sieht dieses an den Dampfkugeln (aëolipilae), Papins Digestor, und vermittelst der Dampf- oder Feuermaschinen hebt man durch Wasserdämpfe große Lasten.

Die Verdampfung ist eine Verbindung des Wärmestoffs mit den Körpern, wodurch vielleicht ebenfalls Bläschen entstehen. Die Dämpfe unterscheiden sich wohl dadurch von den eigenllichen Luftarten, daß diese den Wärmestoff stärker anziehen (welches sich wohl mechanisch von einer Dichte des Ueberzuges der Bläschen erklären ließe) auch macht die zündende Salzluft einen deutlichen Uebergang von den Dämpfen zu den Luftarten. Bey der Verdunstung werden wahrscheinlich die Dämpfe von den Zwischenräumen der Luft zum Theil aufgenommen, da sie den Druck der Luft nicht zu überwinden vermögen, zum Theil bilden sich aber auch wohl nur langsam Dämpfe, welche dem Drucke der Athmosphäre wider-

widerstehen. Ob die Kälte in beiden Fällen von der größern Capacität der Dämpfe oder der Bindung von Wärmestoff herrühren ist noch nicht entschieden, wahrscheinlich von beiden Ursachen.

3) Oft scheint der Wärmestoff Theilchen der Körper loßzureißen, ohne sie in Dampf oder Luft zu verwandeln. Wir sehen oft Rauch unmittelbar aus den Körpern aufsteigen, wir treffen eine Menge riechender Ausflüsse an, die sich als Dämpfe oder Luftarten nicht darstellen lassen und dergleichen mehr. Diese Theilchen werden dort abgesetzt, wo sie selbst zwar nicht durchdringen können, wohl aber der Wärmestoff.

Litt. Zusatz. S. besonders Gehlers Wörterb. Art. Ausdünstung 1 und 5ter Th. Dämpfe, Dünste u. s. w. Vergl. meine Beytr. 3tes St. S. 111. folg. Ueber Papins Digestor La maniere d'amollir les os par Mr. Papin à Amsterd. 1681, 8. Wilke in den Schwed. Abh. 356. Ueber die Dampfmaschinen Langsdorfs Hydraulik 21 Kap. Maillard übers. von Karsten in Lempe's Magaz. der Bergbaukunde 3. B. S. 99. 4. B. S. 1. Grens N. Journ. I, 62, 144. Die Anhäufung des Wärmestoffs beschleunigt zwar die Verdampfung, doch nur bis zu einem gewissen Grade, hierauf wird die Ver-

Verdampfung wieder langsamer, vielleicht weil dann das Wasser zerlegt wird. S. Lamberts Pyrometrie S. 129. Deslandes im Journ. d. Phys. 1778. Janvr. Bosc Antic das. May. Grignon das. Octobre.

§. 95.

Es befinden sich in der Atmosphäre eine Menge Wasserdämpfe, die ungeachtet ihres verschiedenen specifischen Gewichts sich doch nicht von den übrigen Lufttheilen trennen, folglich von der Luft angezogen werden. In der Kälte oder durch den Druck schlägt sich ein Theil dieses Wassers nieder, dringt nach §. 62. in die Zwischenräume der Körper, vermehrt ihr Gewicht, dehnt sie aus, verkürzt oder verlängert sie dabey. Das erstere ist der Fall mit den meisten vegetabilischen, das letztere mit den meisten animalischen Substanzen. Man nennt alle solche Materien, welche durch die Feuchtigkeit in der Atmosphäre eine Veränderung erleiden, hygroskopische Substanzen. Sie sondern entweder das Wasser durch eine Anziehung aus der Atmosphäre nicht ab, wie die vegetabilischen und animalischen Substanzen, oder sie thun dieses offenbar, wie Pottasche und dergleichen mehr. In der Wärme verliehren sie aber insgesammt ihr Wasser wieder, doch fodern einige dazu einen höhern, andere

dere einen geringern Grad der Wärme, ein Unterschied, welcher von der Anziehung, womit sie das einmahl aus der Atmosphäre abgesonderte Wasser zurückhalten, herrührt. Auf diesen Eigenschaften der Körper beruhen die Hygrometer oder Werkzeuge, die Feuchtigkeit der Luft zu messen, die aber noch zu keiner vorzüglichen Genauigkeit gebracht sind. Man hat gefragt, in welchem Zustande das Wasser sich in der Luft befinde. Daß die Luft gerade zu tropfbare Körper nicht aufnehme, auf die Dämpfe aber, welche sich in der Atmosphäre befinden, eine Anziehung äußere, ist wohl gewiß. Da nun die Dämpfe bey sehr verschiedenen Wärmegraden, also von sehr verschiedener specifischen Elasticität sich entwickeln, so sieht man leicht ein, daß bey derselben Anziehung der Luft, die Verbindung der Dämpfe auf eine sehr verschiedene Art Statt finden, und daß es Wasser in der Luft geben könne, welches weder Erkältung, noch Druck noch hygroskopische Substanzen durch Anziehung abzusondern vermögen. Auch kann Wasser nach §. 94. nr. 3. verflüchtigt in der Atmosphäre vorhanden seyn.

Litt. Zusatz. S. Gehlers Wörterb. Art. Ausdünstung, Hygrometer. Versuche über die Hygrometrie durch B. von Saussure. Leipzig 1784. 422. S. gr. 8. Idees sur la Meteorologie

logie par Mr. de Luc. T. II. Londr. 1786. 8. Grens Journ. d. P. II, 402; III, 132; V, 279; VI, 121; VIII, 141, 293. Mich. Hube über die Ausdünstung. Leipz. 1790. 8. Prüfung der neuern Theorie des Herrn De Luc vom Regen von Zylius. Berl. 1796. 8.

§. 96.

Eine chemische Verbindung in der weitern Bedeutung nennen wir, wenn verschiedene Materien sich so vereinigen, daß in dem Gemische kein Theil sich angeben läßt, wo sich nicht von jeder der vereinigten Materien ein Theil befände. Wir wollen hiervon die Verbindung der ätherischen Körper mit andern, wenn die letztern hiebey ihre Gestalt nicht verliehren, ausnehmen, da noch nicht ausgemacht ist wie fern jene besondern Materien sind. Es entsteht also durch die chemische Verbindung ein neuer zusammengesetzter Körper, ein Product und die vereinigten Materien heißen Bestandtheile desselben. Aggregat nennen wir, was durch die Verbindung gleichartiger Materien hervorgebracht wird, ein Gemenge, was durch die Vermengung ungleichartiger Materien, aber so entsteht, daß sich die Theile der gemengten Körper darinn noch von einander unterscheiden lassen. Die Bestandtheile eines Körpers können

wie-

wiederum Bestandtheile haben, und so weiter, so daß man endlich auf den Begriff von einem Körper kommen, welcher ganz einfach ist, oder keine Bestandtheile hat (Element) aber sich in der Erfahrung nicht darstellen läßt. Man kann die chemische Verbindung in fünf Hauptgattungen abtheilen, wobey man die Körper in vier Klassen, die starren, tropfbaren, luftförmigen, ätherischen Körper theilen, und jede der folgenden feiner als die vorhergehende, der Kürze wegen, nennen mag.

1) Ein Körper wird von einem andern, welcher zu einer feinern Klasse gehört, ebenfalls zu einer feinern Klasse gebracht. Auflösung in weiterer Bedeutung. Hieher gehört das Schmelzen einzelner Körper oder mehrerer zusammen §. 92, das Verdampfen §. 93. und endlich die Auflösung in engerer Bedeutung, oder wenn ein starrer Körper durch den Zusatz eines tropfbaren Körpers tropfbar wird, wovon sich noch die Auflösung in engster Bedeutung unterscheiden läßt, wenn der starre Körper außer seiner Form keine auszeichnende Eigenschaften verliehrt. Der feinere Körper heißt das Auflösungsmittel (menstruum) und wenn er von einer gewissen Materie bey einer gewissen Temperatur nichts mehr aufnimmt, so heißt er damit gesättigt, ist aber dann oft

noch im Stande, von einer andern Materie etwas aufzunehmen. Die Wärme beschleunigt nicht allein die Auflösung, sondern meistens läßt sich auch in einem Auflösungsmittel bey einer höhern Temperatur mehr auflösen, als bey einer geringern. Das Schütteln beschleunigt ebenfalls die Auflösung, denn ist der Körper schwerer als das Auflösungsmittel, so wird zuerst der untere Theil desselben gesättigt, der obere ändert sich nicht, sonder wird erst durch Schütteln mit der aufgelös'ten Materie vereinigt. Meistens entsteht bey der Auflösung Kälte, weil der starre Körper schmilzt, zuweilen Wärme, doch aber wohl nur, wenn ein Theil des Auflösungsmittels schnell eingesogen wird, wobey wahrscheinlich so wohl freyer als gebundener Wärmestoff ins Spiel kommen. Wasser, welches Salze aufgelös't hat, gefriert bey einem geringern Grade der Temperatur als reines Wasser, und zwar ist dieser Grad desto geringer, je größer die Kälte ist, welche die Salze mit dem Eise erregen. Die Auflösung in engerer Bedeutung ist ein höherer Grad der Adhäsion, das Auflösungsmittel dringt in die Zwischenräume des starren Körpers, wird durch dessen Anziehung verdichtet, oder verdünnt, wahrscheinlich geht auch dabey Wärmestoff aus einem Körper in den andern über, das Auflösungsmittel gelangt dadurch zu demselben Grade

der

der Dichte, als die aufzulösenden Körper, die Anziehung wird gleichförmig, und wir haben nach §. 34. einen flüßigen Körper, dessen Theilchen durch Bewegung sich genau mit einander mischen. Daß nicht alle Körper von allen Auflösungsmitteln aufgelös't werden, rührt wohl von der Form und Lage der Theilchen und des dadurch erschwerten Eindringens der Auflösungsmittel her. Die Auflösung in engster Bedeutung entsteht wohl nur dann, wenn das Auflösungsmittel keine auffallenden Eigenschaften hat.

Eine unvollkommene Auflösung ist die Auflösung mancher vegetabilischen und animalischen Substanzen, wobey das Product nicht völlig flüßig bleibt. In diesem Zustande schwimmen dann manche starre Theilchen darin, und scheinen wirklich aufgelös't, lassen sich aber durch mechanische Mittel, gepulverten Kohlenstaub (oder Schwefel) wiederum daraus scheiden.

2) Zwey starre Körper werden mit einander vermengt bey einem Grade der Temperatur tropfbar, wo jeder für sich es nicht wird. Ich nenne diese Erscheinung das Zerschmelzen. Hieher gehören die §. 92. angeführten Beyspiele, das Zerschmelzen des Eises von Salzen und so weiter. In den letztern Fällen entsteht

beträchtliche Kälte. Wahrscheinlich rührt dieses von einem leichtern Uebergange des Wärmestoffs aus einem Körper in dem andern her. Körper die auf diese Art aus dem tropfbaren in den luftförmigen Zustand übergehen kenne ich noch nicht.

3) Ein Körper von einer feinern Klasse wird von einem andern welcher zu einer weniger feinen Klasse gehört, ebenfalls zuweilen zu einer weniger feinen Klaße gebracht. Einsaugung. So werden viele Luftarten von starren und tropfbaren Körpern, so wird das Wasser von Salzen, die ihr Krystallisations-Wasser verlohren haben, eingesogen und dergleichen mehr. Gewöhnlich entsteht in diesen Fällen Wärme. Hier scheint eine Anziehung die Theile des feinern Körpers so zu verdichten, daß sie den Wärmestoff, welcher sie feiner macht verliehren, und weniger fein werden.

4) Körper von einerley Klasse verbinden sich mit einander, und werden dabey zuweilen dichter oder auch weniger fein. Aufnahme. In engerer Bedeutung bezeichnen wir damit eine Verbindung, wo die vereinigten Materien nur ihre Form, ohne ihre übrigen Eigenschaften verliehren. Sie ist nur zwischen flüßigen Materien möglich, die Verbindungen vom Wasser und Weingeist, von Lebensluft und Stickluft in der

der Atmosphäre, von Luft und Dämpfen gehören hieher. Bey der Verdichtung entsteht gewöhnlich Wärme. Die Anziehung zwischen den Theilen (Bläschen) der ungleichartigen Körper ist hier größer, als zwischen den gleichartigen Theilen, welches sich wohl mechanisch aus der Größe der Bläschen erklären ließe, und durch wechselseitiges Anziehen bringen sich die Körper auf einerley Dichte.

5) Die Körper welche sich mit einander verbinden, gelangen nicht allein zu einerley Klasse, sondern das Product verliehrt auch andere Eigenschaften, welche die Bestandtheile hatten, und erhält Eigenschaften, welche die Bestandtheile nicht hatten. Chemische Verbindung in engerer Bedeutung, chemische Vereinigung. Wenn ein Körper so viel von einem andern aufgenommen hat, als nöthig ist, um irgend eine bestimmte Eigenschaft desselben eben unmerklich zu machen, so sagen wir, er sey in dieser Rücksicht gesättigt. Bald entsteht bey dieser Verbindung Kälte, bald Wärme, oft im hohen Grade, und hier scheint besonders aus der Capacität des Products und der Bestandtheile der Grad der Kälte und Wärme nicht allein zu erklären, sondern gebundener Wärmestoff daran Antheil zu haben. Diese Verbindung ist eigentlich ein höherer Grad der vorigen,

gen, sie scheint nur dann vorzugehen, wenn die Bestandtheile ausziehende Eigenschaften haben, die sich bey der genauen Mischung der Theilchen einander entgegen wirken, und dadurch besondere Erfolge veranlassen.

Alle diese Verbindungen geschehen nur bey einer Berührung, und desto leichter, je mehr Berührungspuncte die Bestandtheile haben. Der Raum, welchen das Product einnimmt, ist selten der Summe der Räume aller Bestandtheile gleich, sondern größer oder kleiner. Daher läßt sich das specifische Gewicht des Products aus dem specifischen Gewichten der Bestandtheile nach §. 57. nicht berechnen.

§. 97.

Wir nennen chemische Scheidung, wenn Bestandtheile eines Körpers dadurch von einander getrennt werden, daß sich einer oder einige derselben mit andern Körpern chemisch verbinden. Sie ist einfach, wenn in einem Producte a + b der eine Köper a oder b sich mit einem dritten hinzugekommenen c ganz verbindet, wodurch a oder b ganz frey wird. Hiebey wollen wir die ätherischen Körper bey Seite setzen, wofern nicht c ein ätherischer Körper ist. Die Scheidung heißt doppelt, wenn zwey Producte a + b und c + d ihre Bestandtheile so verwechseln, daß nun

die

die Producte a + c oder a + d und b + d oder b + c entstehen, wobey aber wiederum die ätherischen Körper nicht in Erwägung gezogen werden. Alle andere Scheidungen lassen sich auf diese beiden zurückführen. Die Ursache, warum ein Körper denjenigen verläßt, womit er schon verbunden ist, um sich dafür mit einem andern zu verbinden, schreiben wir seiner chemischen Verwandschaft oder Wahlanziehung zu dem letztern zu, und da die Ordnung worinn sich die Körper verbinden oder verlassen, ziemlich beständig ist, so hat man die Erscheinungen nach Tafeln ordnen können, welche man Verwandschaftstafeln nennt. In der Kenntniß derselben besteht fast alle chemische Kenntniß. Die Menge, welche ein Körper von einem andern aufnimmt, scheint allerdings auf seine Verwandschaft Einfluß zu haben, aber wie und nach welchen Gesetzen läßt sich schwer ausmachen. Vielleicht ist diese Erscheinung sehr zusammengesetzt. Oft scheint es auf die Art der Zusammenhäufung der kleinen Theilchen oder Bläschen anzukommen, oft geschieht die Scheidung bloß dadurch, daß Wärmestoff entwickelt wird, oder leichter durch einen hinzugesetzten Körper in denjenigen übergeht, welcher sich bey der Scheidung verflüchtigt, oft entsteht eine Verbindung, welche schwerauflößlicher als die übrigen niederfällt.

fällt. In allen Fällen muß aber eine Verbindung der zusammengebrachten Substanzen vor der Scheidung vorhergehen.

Litt. Zusatz. Mit den Gegenständen dieses und des vorigen §. beschäftigt sich die Chemie, oder vielmehr, sie bedient sich der darinn aufgestellten Sätze als Grundlagen zu dem Theile des Systems der Naturbeschreibung, welches sie umfaßt. Von den Lehrbüchern der Chemie nenne ich nur: J. C. Wieglebs Handbuch der allgem. Chemie. Berl. 1781. 2 Bde. J. Fr. Gmelins Grundriß der allgem. Chemie. Gött. 1798. 2 Theile. S. F. Hermbstädts Grundriß der Experimentalchemie. Berl. 1790. 3 Theile. F. A. C. Grens Handb. der gesammt. Chemie. Halle 1794. 4 Bände. Dessen Grundriß der Chemie. Halle 1796. 2 Bde. Hildebrandts Anfangsgr. der Chemie. Erlang. 1794. 3 Bde. C. Girtanners Anfangsgr. der antiphlogisch. Chemie. Berl. 1795. 8. und Macquer's Chymisches Wörterb. mit Anm. und Zus. von Leonhardi. Leipzig 1788. 7 Thle. Crells chemisch. Journal. Lemgo 1778—81. 6 Thle. Desselb. Neueste Entdeckungen in der Chemie. Leipz. 1781—84. 12 Thle. Desselb. chemische Annalen. Helmst. und Leipz. 1786. werden fortgesetzt. Desselb. Beyträge zu den chemisch. Annalen. Helmst. u. Leipz. 1784. werden fortges. Die Theorie der chemischen

Er-

Erscheinungen, ist noch äußerst wenig bearbeitet. Mit dem, was ich hier versucht, vergl. meine Beyträge zur Phys. und Chem. besonders St. 3. S. 100. folg.

§. 98.

Die erste Art, den Wärmestoff aus den Körpern zu entwickeln, ist das Reiben, wovon uns unzählige Erfahrungen belehren. Nicht immer geben die härtesten Körper an einander gerieben die größte Wärme, sondern oft weiche noch mehr. In sehr verdünnter Luft entsteht diese Wärme schneller und stärker. Es scheint doch, als ob der Wärmestoff aus den Zwischenräumen der Körper beym Reiben mechanisch vertrieben werde.

Litt. Zusatz. S. besonders Pictet a. a. O. Kap. 9.

§. 99.

Die zweyte Art, den Wärmestoff zu entwickeln, ist das Verbrennen, wobey sich Licht und Wärme zugleich zeigen, und der brennende Körper selbst ganz verändert wird. Nicht alle Körper können verbrannt werden, sondern nur einige, welche daher brennbar heißen. Das Verbrennen geschieht nicht anders, als

wenn

wenn der brennbare Körper mit Lebensluft in Berührung ist, also auch in der atmosphärischen Luft, welche aus ohngefähr 73 Theilen Stück- luft, und 27 Theilen in Hundert Lebensluft be- steht. Verbrennt man einen Körper in genau verschloßenen Gefäßen, so findet man nach dem Erkalten, daß das Gewicht des Ganzen beym Verbrennen weder ab- noch zugenommen hat. Aber die Lebensluft nimmt beym Verbrennen an Gewicht ab und zwar um eben so viel, als der brennende Körper dabey zunimmt. Entsteht durch das Verbrennen keine neue Luftart, war die Lebensluft ganz rein, und ist der brennende Körper in gehöriger Menge vorhanden, so ver- schwindet die Lebensluft ganz und gar. Ohne allen Zweifel verbindet sich also beym Verbren- nen die Lebensluft mit dem brennenden Körper. Der entwickelte Wärmestoff kommt wohl größ- tentheils aus der Lebensluft, da alle Luftarten eine Menge Wärmestoff zu ihrer Bildung erfo- dern, den Fall ausgenommen, wo der brennbare Körper selbst aus einem feinern Zustande in ei- nen gröbern übergeht, wahrscheinlich wird aber nicht allein der freye sondern auch der gebun- dene Wärmestoff dabey entwickelt. Zuweilen entzünden sich die Körper schon, wenn sie bey der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre mit der Lebensluft in Berührung kommen

(Selbst-

(Selbstzünder) z. B. Phosphorluft, Pyrophorus und dergleichen mehr, gewöhnlich ist ein höherer doch verschiedener Grad der Erhitzung dazu nöthig, welcher durch Reiben z. E. beym Phosphor, durch Vermischung verschiedener Substanzen, z. E. der rauchenden Salpetersäure mit den ätherischen Oehlen, gewöhnlich durch das Verbrennen selbst bewirkt wird. Vielleicht wird durch diese Erhitzung ein Luftzug gegen den brennbaren Körper hervorgebracht, und durch dieses Anstoßen der Luft die Entwickelung des Wärmestoffs wie bey den Dämpfen befördert, vielleicht dient die Erhitzung bloß den Körper auszudehnen und die Menge der Berührungspuncte mit der Luft zu vermehren. Je schneller ein Körper verbrennt, desto mehr Wärme und Licht werden auf einmahl entwickelt. Diese Schnelligkeit kann bey einem und demselben Körper sehr verschieden seyn, z. B. dem Phosphor, Schwefel, und ist desto größer, je größer die Erhitzung war, wodurch der Körper entzündet wurde, je mehr Lebensluft ihm zugleich zugeführt wird, je reiner und unvermischter diese Lebensluft ist. Das Leuchten mancher Körper im Dunkeln ist bey einigen (Phosphor) ohne Zweifel, bey andern wahrscheinlich ein langsames Verbrennen, wobey sehr wenig Wärmestoff auf einmahl entwickelt wird. Oft zeigt sich

beym Verbrennen eine glühende luftförmige Materie, welche wir Flamme nennen. Die Farbe des Feuers ist nach der Stärke des Verbrennens verschieden, blau beym schwächesten Verbrennen, dann folgen grün, roth, gelb, weiß, wenigstens gilt dieses in den meisten Fällen.

Schwefel und Phosphor werden durch das Verbrennen zur Schwefel- und Phosphorsäure. Die Kohle bildet Luftsäure, das Verpuffen des Salpeters ist ein Verbrennen der Körper in der aus dem Salpeter entwickelten Lebensluft, die Gewalt des Schießpulvers rührt von der Elasticität plötzlich erzeugten Luftsäure her. Durch das Verbrennen der brennbaren Luft entsteht Wasser, zwey Theile brennbare Luft und ein Theil Lebensluft verbrennen schnell, mit einem großen Knalle (Knallluft). Brennbare Luft mit Kohle verbunden, macht schwere brennbare Luft, oder Sumpfluft, welche die Veranlassung zu manchen feurigen Meteoren zu geben scheint. Dieselbe Luft mit Phosphor verbunden, liefert die Phosphorluft, die sich von selbst mit Lebensluft entzündet, und ebenfalls die Ursache mancher leuchtenden Körper scheint. Schwefel mit brennbarer Luft verbunden, macht Schwefelleber- oder hepatische Luft, sie verbrennt im Knallpulver, welches aus Salpeter, Pottasche und Schwefel besteht,

besteht, mit der aus dem Salpeter entwickelten Lebensluft unter einem starken Knalle. Fast alle brennbaren animalischen und vegetabilischen Substanzen bestehen aus Kohlenstoff und brennbarer Luft, geben daher, wenn sie gänzlich verbrennen, Luftsäure und Wasser, oft aber scheidet sich beym schwächern Verbrennen der Kohlenstoff, als Kohle und Ruß. Um das letztere zu verhindern, führt man dem brennenden Körper, Luft von außen und innen zu, worauf die Einrichtung der Argandischen Lampe beruht. Alle Metalle verbinden sich mit Lebensluft, erleiden dadurch eine beträchtliche Veränderung, sie werden zu Metallkalken, oder verkalken sich, oft geschieht diese Verbindung, ohne daß man Wärme und Licht bemerkt, oft aber, besonders in der Lebensluft mit einem wahren Verbrennen. Das Feuerschlagen des Strahls an kieselartigen Steinen ist ein Verbrennen der Stahlsplittern, welche durch das Reiben erhitzt und entzündet werden. Durch Körper die zur Lebensluft eine nahe Verwandschaft haben, kann man diese aus den Metallkalken scheiden, und die Metallkalke wiederum zu Metallen herstellen, oder reduciren.

Woher das Licht beym Verbrennen komme, ist noch die Frage. Nach Lavoisier sind Wärme und Licht Wirkungen eines und desselben Stoffes, nach andern (Gren, Richter u. so weiter)

befin-

befindet sich in allen brennbaren Körpern ein besonderer Stoff (Brennstoff, Phlogiston) welcher mit dem Wärmestoffe Licht macht, nach Göttling ist der vom Wärmestoffe verschiedene Lichtstoff ein Bestandtheil aller brennbaren Körper. De Luc glaubt, der Wärmestoff bestehe so wie die Wasserdämpfe aus Wasser und Wärmestoff zusammengesetzt sind, aus Lichtstoff und einer schweren Materie und verliehre bey der Anhäufung eben so seinen Lichtstoff, wie jene den Wärmestoff.

Litt. Zusatz. Lavoisier hat zuerst die richtige Theorie des Verbrennens gelehrt. S. dess. phys. und chem. Schrift. übers. von Weigel und Link. Greifsw. 5 Bde., auch dess. System der antiphlogistischen Chemie übers. von Hermbstädt. Berl. 1792. Vergl. Grens Handb. der Chemie 1 B. Richter über die neuern Gegenstände der Chemie 3 St. Götting Beytr. zur Berichtig. der antiphlogistischen Chemie. Jena 1794. Idées sur la Meteorologie par de Luc. T. I. Meine Beytr. zur Phys. und Chemie 2 St. Nach Voigt Versuch ein. neuen Theorie des Feuers u. s. w. Jena 1793. ist die Wärme die Wirkung des Aneinanderschlagens zweyer Brennstoffe. Vergl. meine Beytr. zur Physik und Chemie 2 St.

§. 100.

§. 100.

Das Licht selbst ist fähig, Wärme hervorzubringen. Es kann eine beträchtliche Hitze erzeugt werden, wenn man die Sonnenstrahlen durch Planspiegel auf eine Stelle zusammenbringt, ferner in dem Brennpuncte eines Hohlspiegels (Brennspiegels) und eines erhabenen Glases (Brennglases) wenn die Sonnenstrahlen parallel mit der Axe auffallen. Besonders werden schwarze undurchsichtige; dann gefärbte undurchsichtige, am wenigsten hellweiße durchsichtige Körper vom Lichte erwärmt. Das Licht scheint daher die Materie des Wärmestoffs, nur in einer schnellern Bewegung zu seyn. Gründe für diese Meinung sind: 1) Wenn man alles durch eine Materie erklären kann, darf man nicht mehrere annehmen. 2) Der strahlende Wärmestoff macht deutlich den Uebergang zum Licht. 3) Das Licht erzeugt bloß da Wärme, wo es verschluckt, also die Bewegung desselben aufgehalten wird. 4) Wo Wärmestoff auch ohne Verbrennung angehäuft wird, entsteht Licht, z. B. beym Reiben und Erhitzen unverbrennlicher Körper, beym Erhitzen brennbarer Körper in Luftarten, welche das Verbrennen hindern. Man wendet dagegen ein: 1) Es entstehe oft Wärme ohne Licht, und umgekehrt. Aber wenn die Wärme sehr vermehrt

mehrt wird, entsteht immer Licht, und das letztere besonders beym Verbrennen, wo eine genaue chemische Verbindung den Wärmestoff schnell und heftig forttreibt. Es läßt sich daher auch wohl begreifen, wie Licht ohne Wärme entsteht, wenn nämlich wenig Wärmestoff überhaupt, dieser aber sehr schnell entwickelt wird. 2) Das Licht bringe besondere Wirkungen hervor, welche die Wärme nicht zu leisten vermag, es entwickelt z. B. die Lebensluft aus der zündenden Salzluft, färbt die Pflanzentheile und so weiter. Aber in keiner andern Theorie wird dieses ungezwungen erklärt, und wir kennen die Wirkungen einer so sonderbaren Bewegung, als die Bewegung des Lichts ist, noch nicht genug, um dieses als einen Gegengrund gelten zu lassen.

Litt. Zusatz. Ueber das Brennen durch Spiegel s. Gehlers Wörterbuch Art. Brennspiegel, Brennglas u. s. w. Ueber Licht beym Reiben, Erhitzen hat Wedgwood viele Versuche angestellt, Grens Journ. VII, 45. Ueber das Brennen in andern Luftarten s. Crells Chem. Annal. 1793. 11 St. 12 St. 1794. 7 St. 10 St. Trommsdorf Journ. f. Pharmac. 2 B. 2 St. Grens Journal VIII, 18. Von der Wärme überhaupt sind außer den schon angeführ-

geführten Schriften noch zu merken: Fr. K. Baader von Wärmestoff. Wien und Leipzig 1786. 8. Kurze Darstellung der vorzüglichsten Theorie des Feuers von W. Lampadius. Gött. 1793. 8.

Drittes Hauptstück.

Von der Elektricität.

§. 101.

Elektricität heißt der Zustand der Körper, worinn sie andere leichte Körper anziehen, und gleich darauf wieder abstoßen. Körper in diesem Zustande nennen wir, elektrisch, sonst unelektrisch. Dieses Anziehen und Abstoßen der Körper ist wechselseitig, wie man erfährt, wenn die Körper insgesammt eine geringe Masse haben; die Entfernung, worinn sie sich anziehen, oder auf welche sie sich abstoßen, bestimmt die Stärke der Elektricität. Gewöhnlich erregen wir die Elektricität in den Körpern durch

das Reiben, auch ist jeder elektrische Körper fähig, einem unelektrischen seine Elektricität in der Berührung mitzutheilen. Nur bemerken wir hier in Absicht der Körper einen großen Unterschied. In einigen bleibt die erregte Elektricität so wohl als die mitgetheilte an der Stelle haften, wo sie erregt, oder der sie mitgetheilt ist, in andern vertheilt sie sich in beiden Fällen durch den ganzen Körper gleichförmig. Die ersten nennen wir Nicht-Leiter, die andern Leiter. Ein Körper, in welchen die Elektricität augenblicklich durchaus verbreitet wird, heißt ein vollkommener Leiter, Körper hingegen, wodurch die Elekricität sich langsam verbreitet, werden Halbleiter genannt. Zu den Nicht-Leitern gehören völlig luftleerer Raum, Glas, die meisten Steinarten, sehr trockene vegetabilische und animalische Substanzen, Harze, Oehle, Seide, trockene Luft, zu den Leitern, Metalle, Kohle, Weingeist, Wasser und folglich auch alle feuchte Körper z. B. Thiere, Pflanzen der Erdboden selbst, verdünnte Luft, zu den Halbleitern etwas feuchte Nichtleiter. Doch ist auch die Schnelligkeit mit der sich die Elektricität in diesen Körpern verbreitet, sehr verschieden, daher sich sehr mannichfaltige Grade der Leitungsfähigkeit angeben lassen. Nichtleiter können durch die Erhitzung Leiter werden. Eine

geringe

geringe Elektricität kann sich in einem Leiter von großem Umfange so vertheilen, daß sie merklich wird, wir wollen deßwegen die Ursache der Elektricität von einer eigenen Materie herleiten, welche durch ihre Ausbreitung, wie die elastischen Körper verdünnt und geschwächt wird. Dieser Verbreitung wegen, merken wir die Elektricität in einem Leiter nicht, welcher durch andere Leiter mit dem Erdboden in Verbindung steht; um die Elektricität in ihm merklich zu machen, muß man sie mit andern Nichtleitern umgeben, oder isoliren.

Litt. Zusatz. S. über die Elektricität, Gehlers Wörterb. in den dahin gehörigen Artikeln. Daß ein völlig luftleerer Raum nicht leite, zeigt Morgan Philos. Transact. V. 75. Desaguliers brauchte zuerst den Ausdruck Leiter.

§. 102.

Es giebt in den Körpern eine doppelte Elektricität. Ein isolirter leichter Körper, welcher von einem elektrischen Körper angezogen und darauf abgestoßen wurde, wird von den Körpern, welche die andere Elektricität haben, angezogen, dann wieder abgestoßen, und nun von dem ersten angezogen. Wenn man Glas und Siegellack z. B. mit der Hand reibt, so zeigen diese

verschiedene Elektricitäten, auch bemerkt man sie gewöhnlich an dem Körper welcher gerieben wird, und dem, womit man ihn reibt, oder dem Reibzeuge. Jeder Körper vermag die ihm eigenthümliche Elektricität einem andern mitzutheilen. Leichte Körper, denen dieselbe Elektricität gegeben ist, stoßen sich einander ab, ziehen sich hingegen einander an, wenn sie eine verschiedene Elektricität erhalten haben. Zwey Körper von einer verschiedenen Elektricität zeigen beständig, nach einer genauen Berührung, wodurch Mittheilung möglich ist, einen geringern Grad der Elektricität, ja sie können, wenn beide Körper vorher gleich stark elektrisch waren, dadurch völlig unelektrisch werden. Beide Elektricitäten vermindern daher einander, und es ist sehr bequem, die eine derselben, die positive (+E), die anderen die negative (—E) zu nennen. Man ist darin übereingekommen, jenen Namen derjenigen beyzulegen, welche das geriebene glatte Glas von allen Reibzeugen (Katzenbalg ausgenommen) bekommt, diesen hingegen der entgegengesetzten. Es kommt auf manche kleine Umstände an, welche Elektricität ein Körper beym Reiben bekommt, meistens erhält der am meisten glatte, oder am wenigsten geriebene +E, der andern hingegen —E, ja es kann, wie die Folge lehren wird, ein Körper

an

an dem einen Ende +E, an dem andern —E haben. Wir wollen des bequemen Ausdrucks wegen, zwey verschiedene elektrische Materien annehmen, wovon sich die gleichartigen abstoßen, die ungleichartigen anziehen, ungeachtet sich beide Materien durch Gewicht und Gegenwirkung nicht als solche, zu erkennen gegeben.

Litt. Zusatz. Du Fay unterschied zuerst die glasige und harzige Elektricität, Franklin (Benj. Franklins Briefe von der Elektricität übers. von J. C. Wilke. Leipz. 1758. 8.) Bestimmte ihren Unterschied genauer. Die Umstände, worunter ein Körper +E und —E erhalten, lehrt Gehler I, 725. Bemerkungen über die E, welche der Staub mancher Materien in manchen Sieben erlangt liefert Kortum Voigts Mag. X, 2. I.

§. 103.

Die Mittheilung bei der Elektricität geschieht nicht bloß bey der Berührung, sondern auch in einiger Entfernung, wenn sich Nichtleiter zwischen ihnen befinden. Ist einer von beiden Körpern, oder sind beide, zugespitzt, so geschieht diese Mittheilung schon in einer beträchtlichen Entfernung, man bemerkt in der Nähe der Spitzen ein Blasen oder Wehen, und im Dunkeln sieht man leuchtende Strahlen von

ihnen

ihnen ausfahren, welche sich weiter ausbreiten und größer sind, wenn die Spitze +E mittheilt oder —E aufnimmt, als wenn sie —E hergiebt und +E empfängt. Stumpfe oder zugerundete Körper theilen sich einander die Elektricitäten nur in kleinern Entfernungen mit, sie geht dabey, als ein Funken, oft mit einem beträchtlichen Geräusche von einem Körper zum andern. Die Entfernung, worin die Körper einander Funken zuschicken können, heißt die Schlagweite, man hat aber bemerkt, daß oft in einiger Entfernung die Funken aufhören, und in einer größern wieder erscheinen. Auch Spitzen können einen Funken erhalten, wenn sie den elektrischen Körper schnell genähert werden. Körper die mit völlig ebenen Flächen gegen einander gekehrt sind, theilen sich die Elektricitäten nur bey der Berührung mit. Uebrigens geschieht die Mittheilung zwischen elektrischen und unelektrischen Körpern, so wie auch zwischen Körpern, die eine entgegengesetzte Elektricität haben. Die Menge der elektrischen Materie, welche ein Körper auf einmahl annimmt, oder mittheilt, ist desto größer, je größer seine leitende Oberfläche, und deren Ausdehnung in die Länge ist. Leiter geben daher größere Funken als Nichtleiter, und zwar desto größere je länger sie sind, und je mehr Oberfläche sie haben. Doch befindet sich die elektrische

Ma=

Materie nicht allein an der Oberfläche, denn mit Oehl überstrichene Leiter verliehren ihre Leitungsfähigkeit nicht.

Die Wirkungen der Spitzen lassen sich leicht aus dem Anziehen ungleichartiger elektrischer Materien, oder der unelektrischen Körper zur elektrischen Materie, so wie aus dem Abstoßen gleichartiger elektrischer Materien erklären. Die elektrische Materie an einer Spitze wird von mehrern Puncten des gegen über stehenden stumpfen Körpers gezogen, welche ihre ziehende Kraft auf mehrere Puncte verwenden müßten, wenn statt der Spitze eine Fläche vorhanden wäre. Eben so wird die elektrische Materie an einer Spitze, von aller hinter ihr befindlichen gleichartigen Materie getrieben, welche ihre Kraft auf noch andere Materie verwenden müßte, wenn sie dieselbe aus einer Fläche treiben sollte. Uebrigens ist der Ausdruck spitz und stumpf allerdings relativ.

Litt. Zusatz. Die Wirkung der Spitzen hat Franklin zuerst genau beobachtet. Die hier gegebene Erklärung ist der Hauptsache nach, aus Gehler genommen. Ueber das Ausbleiben der Funken in geringern Entfernungen s. Elektrische Pausen von J. Fr. Große. Leipzig 1776. 8.

§. 104.

Die Körper wirken vermittelst der Elektricität schon in einer Entfernung auf einander, worinn sie sich dieselbe noch nicht mittheilen, und welche ihren elektrischen Wirkungskreis bestimmt. Nähert man einen isolirten unelektrischen Leiter einem elektrischen Körper, so erhält jener an dem, dem letztern zugekehrten Ende A die entgegengesetzte Elektricität, an dem andern abgekehrten Ende B, hingegen die gleichartige Elektricität. Entfernt man den elektrischen Körper wiederum, so kommt alles in den vorigen Zustand, der Leiter ist unelektrisch, wie vorher. Ein Nichtleiter in demselben Falle erhält, wenn er einige Länge hat, abwechselnde Elektricitäten. Wir sagen hier überhaupt, der unelektrische Körper sey durch Vertheilung elektrisirt, wir stellen uns nämlich vor, daß jeder unelektrische Körper gleich stark positiv und negativ elektrisch und eben deßwegen unelektrisch sey, daß bey der Annäherung eines elektrischen Körpers die gleichartige Materie abgestoßen, die ungleichartige angezogen werde, welche sich in Leitern in beide Enden vertheilen, in Nichtleitern wegen des Widerstandes den der Körper der Vertheilung entgegensetzt, abwechseln. Der Körper, welcher durch Vertheilung elektrisirt ist, kann mit dem abgekehrten Ende B mehr ungleich-

gleichartige Elektricität erhalten, als wenn er unelektrisch wäre, es widersteht also jetzt der Theil nicht mehr, der an dem zugekehrten Ende A angezogen wird. Eine andere Art der Vertheilung ist folgende. Ein elektrischer Körper in die Nähe eines ungleichartig elektrischen Körpers gebracht, verliehrt die Zeichen seiner Elektricität ganz oder zum Theil, erhält sie aber so gleich wieder, als der andere entfernt wird. Der Theil von elektrischer Materie, welcher hiebey angezogen wird, läßt sich als gebunden betrachten, weil er nun seine vorige zurückstoßende Kraft nicht mehr äußert. Er wird gleichsam durch die Anziehung allein beschäftigt und der Körper worin ein Theil der elektrischen Materie auf diese Art gebunden ist, kann von derselben eine größere Menge aufnehmen, er erhält eine größere Capacität. Auch verliehrt er diese gebundene elektrische Materie nicht so leicht an andere Leiter, er hat eine größere Innacität. Vor jeder Mittheilung der Elektricität muß eine solche Vertheilung vorher gehen, man kann also sagen, ein elektrischer Körper ziehe weder einen unelektrischen Körper an, noch theile er ihm die Elektricität mit, er zieht vielmehr den ungleichartig elektrischen Körper an, und theilt nur den ungleichartig elektrischen Stellen die entgegengesetzte Elektricität mit.

Ein

Ein gleiches geschieht, wenn ein starker elektrisirter Körper auf einen schwächer aber gleichartig elektrischen Körper wirkt. Die Anziehung ist in allen diesen Fällen desto größer, je größer die leitende Oberfläche des Körpers ist, wodurch die Anziehung bewirkt wird.

Litt. Zusatz. Das wahre Gesetz der Vertheilung und der elektrischen Wirkungskreise lehrte zuerst Wilke in seiner Diss. de electricitatibus contrariis. Rostock. 1757. 4. Volta hat durch die Erfindung des Elektrophors diese Gesetze in das helleste Licht gesetzt. S. Scelte di opurroli interessanti Milan. T. IX. p. 91. T. X. p. 37. und Rozier Journ. d. Phys. T. VII. 1776. Züll. p. 21. Gehlers Wörterbuch I, 817.

§. 105.

Man elektrisire die eine Fläche A eines nicht zu dicken Nicht-Leiters, so wird die gegenüberstehende Fläche B die entgegengesetzte Elektricität erhalten, wenn sie mit dem Erdboden in leitender Verbindung ist, und wir sagen, der Nichtleiter sey geladen. Unterbricht man die leitende Verbindung der Fläche B, so gehen beym Elektrisiren der Fläche A beständig Funken über, welche einem andern Körper die gleichartige Elektricität von A mittheilen. Ist B völlig isolirt,

lirt, so kann A nur eine geringe Elektricität annehmen. Man ist nicht im Stande jeder Fläche allein ihre Elektricität durch eine leitende Verbindung zu entziehen, die Fläche A giebt einem Leiter nur einen kleinen Funken, die Fläche B läßt diesen kleinen Funken dann erst von sich, wenn schon ein gleicher aus A gezogen ist. Auf diese Art kann man wechselsweise die Elektricität bis auf einen geringen Ueberrest aus beiden Flächen ziehen, oder den Körper entladen. Durch eine leitende Verbindung geschieht diese Entladung schnell, es entsteht da, wo sie unterbrochen ist, ein heller, großer knallender Funken, doch von einer geringern Schlagweite, als die einfachen Funken §. 102. haben, und in den Theilen des Körpers, wodurch man den Funken (den Schlag) gehen läßt, spürt man eine Erschütterung. Der Schlag ist desto stärker, je größer die elektrisirten Flächen sind, und je stärker die Anhäufung der Elektricität an der Fläche A ist. Er folgt immer dem besten Leiter, welcher die Verbindung zwischen A und B macht, doch wird er, wenn dieser lang ist, in einer beträchtlichen Entfernung vom geladenen Körper geschwächt, ist aber in der Nähe beider Flächen am stärksten. Es scheint daher elektrische Materie von beiden Flächen zugleich auszufahren. Doch springt er eher durch einen Nichtleiter über, oder folgt dem

schlich-

schlechtern Leiter, wenn dieser Weg viel näher, als durch den bessern Leiter ist. Zu stark angehäufte Elektricität durchbohrt den Nichtleiter von selbst. Nachdem der Nichtleiter entladen ist, sammelt sich oft zum zweyten oder dritten Mahl Elektricität, doch in geringerer Menge in ihm, (Ueberrest der Ladung) er kann daher auch öfter entladen werden. Auch findet man den entladenen Nichtleiter jederzeit in einem elektrischen Zustande. Man nennt die Elektricität, welche aus einem geladenen Nichtleiter plötzlich entbunden wird die verstärkte, und den Funken, den verstärkten Funken.

Die elektrische Materie an der Fläche A bewirkt eine Vertheilung an der Fläche B, zieht die ungleichartige Materie an, stoßt die gleichartige ab, welche nun durch die leitende Verbindung in die Erde übergeht. Ist dieses letztere nicht der Fall, so widersteht sie, und A kann nicht stark geladen werden. Beide elektrische Materien an den Flächen des geladenen Körpers binden einander, verhindern sich zu entweichen, und gehen dann erst zu einander über, wenn zwischen beiden eine leitende Verbindung ist. Der Unterschied des Funkens in diesem Falle von den einfachen Funken rührt wohl bloß daher, weil mehr elektrische Materie als sonst, an A angehäuft werden kann, und weil diese

Mate-

Materie welche vorher gebunden war, sich plötzlich entwickelt. Der Ueberrest der Ladung, den freyen Funken an A hat man noch nicht erklärt. Daß ein Theil der elektrischen Materie an dem Nichtleiter hängen bleibt, läßt sich zwar aus der Natur der Nichtleiter erklären, nicht aber, warum er sich wieder sammlet und eine Ladung macht.

Litt. Zusatz. Von Kleist Domdechant zu Camin in Pommern entdeckte 1745. zuerst die Wirkungen der verstärkten Elektricität, welche durch Krüger (Geschichte der Erde Halle 1746. S. 177.) zuerst bekannt wurden. Man nennt daher den Versuch den kleistischen. Im Jahre 1746. wurde diese Bemerkung ebenfalls zu Leiden in Holland gemacht wovon sich die Nachricht in dem Mem. de l'Acad. d. Scienc. p. 1746. p. 2. findet, weßwegen man den Versuch auch den leidner Versuch nennt. Franklin entdeckte zuerst die entgegengesetzten Elektricitäten an beiden Flächen, die Lehre von der Vertheilung verbreitete zuletzt ein größeres Licht darüber.

§. 106.

Wir bedienen uns mancher Maschinen zur Erregung, Verstärkung und Bestimmung der Elektricität, deren hier in der Kürze zu gedenken ist.

1) Zur

1) Zur Erregung der Elektricität dienen die Elektrisirmaschinen. Sie bestehen a) aus einem Nichtleiter, worin die Elektricität durch Reiben erregt wird, b) den Reibzeugen und c) den ersten Leitern, welche die erregte elektrische Materie aufnehmen. Der Nichtleiter ist eine Kugel, ein Cylinder oder eine Scheibe von Glas, ein Cylinder oder ein flaches Stück von überfirnißtem Seidenzeuge, von wollenem Zeuge, eine Scheibe von überfirnißtem Holze und dergleichen. Man dreht ihn durch Kurbeln, Räder und Seile ohne Ende und so weiter. Das Reibzeug ist für Glas, Küssen mit Leder oder Seidenzeuge und auf der hintern Fläche mit einem Leiter überzogen, vorn mit einem Stücke Seidenzeuge, dem Ueberschlagelappen versehen, welcher auf dem Glase liegt, und bis in die Nähe des ersten Leiters reicht. Das Reibzeug oder auch das Glas wird mit Musivgolde oder einem Amalgama aus Quecksilber, Zinn und Zink überstrichen. Für andere Körper als Glas wählt man zum Reibzeuge Katzenbalg und dergleichen. Man muß das Reibzeug in eine leitende Verbindung mit dem Erdboden bringen und isoliren können, im ersten Falle führt es die elektrische Materie dem geriebenen Körper zu, im letztern Falle, kann man die entgegengesetzte Elektricität des geriebenen Körpers daraus erhal-

halten, wobey man den letztern in eine leidende Verbindung mit dem Erdboden bringt. Der Ueberschlagelappen dient zur Erregung der Elektricität und nicht allein das Zurückströmen der elektrischen Materie zum Reibzeuge zu verhindern. Mit dem isolirten ersten Leitern fängt man die erregte Elektricität auf, die verschieden ist, nachdem sie mit dem Reibzeuge oder dem geriebenen Körper in Verbindung stehen.

2) Zur Erregung der Elektricität bedient man sich ferner der Elektrophore. Sie bestehen aus einer Glastafel, oder einer Harzscheibe oder einer andern flachen mitleitenden Materie, die in eine leitende Form eingefaßt wird, doch so, daß die obere Fläche, welche sehr eben seyn muß, unbedeckt bleibt. Das zweyte Stück ist ein leitender Deckel, dessen untere Fläche die obere des Nichtleiters so genau, als möglich, berühren muß. Man versieht den Deckel mit nicht leitenden Schnuren, oder isolirenden Handgriffen. Reibt man den Nichtleiter und erregt dadurch Elektricität, legt den Deckel darauf, so wird die elektrische Materie in dem letztern vertheilt, weil die nichtleitende Fläche den Uebergang erschwert, die untere Fläche des Deckels erhält die ungleichartige Elektricität des Nichtleiters, die obern die gleichartige. In diesem Zustande kann der Deckel wegen der Bindung der

der erstern, noch mehr von derselben aufnehmen, man berührt ihn also mit einem Leiter, welcher Verbindung mit dem Erdboden hat, und es entsteht zwischen ihm und dem Deckel ein Funken. Dann hebt man den Deckel auf, die gleichartige Elektricität der untern Fläche ist nun nicht mehr gebunden, der Deckel hält einen Ueberschuß von der letztern und ist fähig, sie einen anderen Körper mitzutheilen. Durch öftere Wiederhohlung dieses Verfahrens kann man die Elektricität an irgend einer Stelle beträchtlich anhäufen.

3) Um die Wirkungen der verstärkten Elektricitäten zu bemerken, überzieht man die gegenüber stehenden Flächen eines Nichtleiters mit einem Leiter, welcher dem ersten genau berührt, doch so daß sich die Leiter auf beiden Seiten nicht zu nahe kommen. Man nennt dieses einen Nichtleiter belegen, und es ist ein bequemes Mittel die elektrische Materie auf einmahl über die ganze Fläche des Nichtleiters zu verbreiten. Doch befindet sich die Ladung nicht in der Belegung, weil man diese wiederum trennen kann, und der Körper doch geladen bleibt. Gewöhnlich bedient man sich zu diesem Versuchen gläserne Flaschen, welche inwendig und auswendig gegen die Basis mit Stanniol überzogen sind, und deren innere Belegung mit einer leitenden Stange in Verbindung gesetzt wird, damit

mit man sie dem ersten Leiter der Maschine oder dem Deckel des Elektrophors nähern könne. Diese können auch zu Handgriffen dienen, um die äußere Belegung zu laden. Mehrere Flaschen dieser Art so zusammengestellt, daß ihre äußern Belegungen mit einander so wohl als die innern in leitender Verbindung sind, machen eine Batterie aus. Um die Flaschen oder Batterien zu entladen bedient man sich der Auslader oder metallener Bogen mit einer gläsernen Handhabe und um den Schlag durch Materien nach Belieben zu führen des allgemeinen Ausladers. Man muß sich hüten, daß die Belegungen der Flaschen nicht mit leitenden Spitzen in Verbindung sind, da durch diese die elektrische Materie zu leicht in die Luft übergeht. Der entladene Nichtleiter stellt einen Elektrophor vor, doch mit dem Unterschiede, daß die Elektricität nicht so fest an ihm haftet, als an diesem, auch geht sie, wenn der Nichtleiter sich durch einem Riß selbst entladet, ganz in die andere Belegung über. Man kann einem Elektrophor durch geladene Flaschen verstärken, wenn man die gleichartige elektrisirte Belegung mit ihm in Verbindung bringt, und die andere Belegung mit einem Leiter berührt.

4) Werkzeuge die Stärke der Elektricität zu messen, heißen Elektrometer. Gewöhn-

lich bedient man sich dazu kleiner Pendul, mit einer leichten Kugel, welche beym Elektrisiren abgestoßen werden. Die Kugeln macht man aus Kork, Hollundermark, dünnem Blech. Ein Pendul befindet sich entweder an einer leitenden Stange, welche es abstoßt (Henley's Elektromter) oder ein Pendel ist fest, das andere wird abgestoßen (De Luc's Elektrometer) oder beide Pendul sind beweglich (Cantons Elektrometer) oft auch in Gehäuse eingeschloßen, mit leitenden Spitzen versehen* (Cavallo's Elektrometer). Statt der Pendul nimmt man auch Streifen von Blattgold. (Bennets Elektrometer) In welchem Verhältnisse die Zunahme der E mit der Entfernung der abgestoßenen Körper stehe, ist noch nicht bestimmt, die Elektrometrie ist also noch in ihrer Kindheit. Eine andere Art von Elektrometern (Brookes elektrometrische Wage) besteht aus einem Hebel, welcher horizontal liegt, abgestoßen und durch ein Gewicht, welches sich verschieben läßt, wieder in seine vorige Lage gebracht wird. Hieher gehört auch Hauchs mehr zusammengesetztes Auslade-Elektrometer.

5) Leiter ziehen die elektrische Materie stärker an als Halbleiter, binden einen Theil derselben, und verwahren die Capacität eines Körpers, der in ihren Wirkungskreis kommt, Halbleiter thun dieses mehr als Nichleiter. Will

man

man daher geringe Grade der Elektricität merklich machen, so muß man sie einem Leiter mittheilen, dessen Capacität auf diese Art vermehrt ist: Hierauf beruhet Volta's Condensator, der wie ein Elektrophor gebildet ist, dessen untere Platte aber aus einem Halbleiter besteht, und dessen Deckel, wenn er auf der untern Platte liegt, die geringen Grade der E mitgetheilt werden. Hierauf hebt man den Deckel in die Höhe und nähert ihn einem Elektrometer. Eine leitende statt der halbleitenden Platte würde zwar stärker anziehen, aber die Elektricität des Deckels ableiten. Um dieses zu verhindern, kann man eine dünne Schicht von einem Nichtleiter zwischen die zwey leitenden Platten bringen. Hierauf beruhen die Duplicatoren, Collectoren der Elektricität.

Litt. Zusatz. Die Geschichte dieser Maschinen, nebst Nachrichten von ihnen, findet man vollständig bey Gehler. Vergl. Bohnenberger Beschreib. einiger Elektrisirmaschinen und Versuche. Stuttg. 1789. 6 Fortsetzungen. Die Maschinen kamen nach und nach zu ihrer Vollkommenheit. Den Elektrophor wie den Condensator erfand Volta. Hauchs sinnreiches Auslade-Elektrometer findet man in Grens N. Journ. I. 347. Auf die Bemerkung, daß ein Theil der E lange an den Körper haftet, gründet Ni-

cholson einen Apparat, E ohne Reiben (durch Vertheilung) zu erregen Grens Journ. II, 61. Soussure hat auf eine ähnliche sinnreiche Art das Elektrometer geprüft, wie De Luc das Thermometer (§. 87.) (Voyag. dans les Alpes. T. III. Ch. 28.

§. 107.

Zu den merkwürdigsten Wirkungen der Elektricität gehört das Anziehen und Abstoßen. Wie sich die Stärke desselben zur Entfernung verhalte ist noch nicht bestimmt, es scheint, als ob sich die Anziehung umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung vom ziehenden Puncte verhalten. Beides rührt in der Ferne von der Wirkung der Luft her. Von dieser Erscheinung entsteht das Blasen und Wehen in der Nähe elektrischer Körper, das Gefühl von Spinnwebe, welches sie erregen. Unzählige Spielereyen beruhen darauf, so wie es auch die Ursache mancher Naturerscheinungen ist. Zu den merkwürdigen Erscheinungen, welche dadurch veranlaßt werden, gehören: das starke Anhängen zweyer Glasplatten, die auf den abgekehrten Flächen belegt und geladen sind, das Strömen des Wassers durch Heber von Harröhren, wodurch es sonst nur tropft und wobey doch nicht mehr Wasser ausfließen soll, die Lich-

ten-

tenbergischen Figuren, das elektrische Flugrad, wobey eine Rückwirkung wie bey den tropfbaren Körpern (§. 58.) Statt zu finden scheint.

Der elektrische Funke zeigt sich von mannichfaltigen Farben, der verstärkte ist am hellsten. Er schmeckt säuerlich und riecht phosphorisch. Er erschüttert die Körper, durchbohrt Nichtleichter, besonders der verstärkte, dieser macht Löcher, die auf beiden Seiten eine erhabene Wulst haben, zeigt oft die Eindrücke, von mehrern Strömen, worin er durch sie gegangen ist. Stahl wird durch den elektrischen Schlag magnetisch, magnetischer Stahl verliehrt oft seinen Magnetismus und erhält den entgegengesetzten. Er macht das Thermometer steigen, wenn man die Kugel mit einem Leiter belegt, entzündet brennbare Luft und andere brennbare Körper, besonders wenn man die Leitung des Schlages durch Halbleiter, oder auch durch Nichtleiter unterbricht, macht Metalle glühend, schmilzt sie und verkalkt sie in Lebensluft, oder in manchen Materien, die diese Lebensluft, als einen Bestandtheil mithalten, in brennbarer Luft reducirt er Metallkalke. Wasser zerlegt er in brennbare Luft und Lebensluft, alkalische Luft in Stückluft und brennbare Luft, Salpeterluft in Stückluft und Lebensluft, aus Holz scheidet er brennbare Luft, Stückluft und Lebensluft verbindet er zu Sal-

Salpetersäure. Leitet man den Schlag durch manche Substanzen, so leuchten sie noch einige Zeit nachher im Dunkeln.

In unserm Körper erregt der Funken im geringen Grade eine stehende, wenn er durch Halbleiter gegangen ist, eine schneidende Empfindung, im stärkern Grade eine Erschütterung und ein Aufschwellen. Er tödtet Thiere, indem er in ihnen die Irritabilität zerstört. Als Reitzmittel kann er oft heilsam werden. Ob er den Umlauf des Blutes beschleunige, oder das Wachsthum der Pflanzen befördere ist noch nicht ausgemacht.

Litt. Zusatz. Ueber die von Lichtenberg in Göttingen entdeckten Figuren. S. Nov. Com. Gott. T. VIII. ad. ann. 1777. Gehlers Wörtb. I, 824, V, 348. und sehr lehrreiche Versuche von Kortum in Voigts Mag. X, 2, 1. Ueber die Gesetze bey Anziehung im Abstoßen Coulomb in Grens N. Jour. III, 70. Vergl. de Luc in Grens Journ. IV, 91, Ueber die Wirkungen des elekt. Funkens sind Hauptwerke: Beschryvinglener ongemeen groote Electrizeermachine door M. v. Marum. Harl. 1785. gr. 4. und desselben Erste Vervolg. der Proefneemingen. Harrl. 1787. Auszüge daraus finden sich in manchen Journalen, auch bey Gehler. Ueber das Phosphoresciren der Körper, wodurch der Schlag

geleitet wird, s. Kortum in Voigts Mag. IX, 2, 1. Dasselbe über die Eindrücke, welche getroffene Körper vom Schlage leiden das. X, 3, 47. Wirkung des elekt. Schlages auf Aale von Marum in Grens Journ. VI, 37. S. von der Anwendung der E. in Krankheiten: Die meisten Entdeckungen in der physik. und medicin. Elektricität von K. G. Kühn. Leipzig 1796. Wirkung der E. auf Pflanzen. Ingenhouß Versuch mit Pflanzen. Wien 1788. 3 B. Merkwürdige zu diesem §. gehörige Vers. finden sich bey Voigt Theorie d. Feuers u. s. w. S. 300, 320, 321. und a. a. O.

§. 108.

Die Elektricität wird, wie schon erinnert worden, durch das Reiben erregt. Es scheint, als ob sie in den Fällen geringer oder auch negativ sey, wo zugleich viel Wärmestoff erregt wird. Starkes Reiben vermehrt also nur bis zu einem gewissen Grade die Elektricität. Die Elektricität, welche beym Erstarren mancher tropfbaren Körper bemerkt worden ist, rührt gleichfalls vom Reiben her. Beym Verdampfen, Aufbrausen, Verbrennen und ähnlichen Erscheinungen entsteht aber negative Elektricität, welche sich vom Reiben nicht herleiten läßt. Die

Elek-

Elektricität der Wasserfälle scheint ebenfalls vom Verdampfen herzurühren.

Die Atmosphäre zeigt meistens eine Elektricität. Sie ist besonders stark an hohen Orten, bey heitern Wintertagen, bey Nebel. Wenn die Luft heiter ist, findet man sie immer positiv, auch bemerkt man sie so bey gleichförmigen Regen, Wolken verursachen aber beträchtliche Veränderungen, besonders Gewitterwolken. Alle 24 Stunden wächst sie zweymahl und nimmt eben so ab. Nach Read ist sie dort negativ, wo Luft verdorben wird. Zu ihrer Erforschung dienen die Luftelektrometer, fliegende Drachen und so weiter. Sie entsteht wahrscheinlich aus mehrern Ursachen, Abwechselung der Kälte und Wärme, Verdampfung und andern chemischen Verbindungen und Scheidungen.

Der Blitz ist ohne alle Zweifel Uebergang der Elektricität aus den Wolken in andere Körper oder auch andere Wolken. Starke elektrische Funken, bilden oft dasselbe Zickzack, wie der Blitz. Der Blitz folgt dem besten Leiter, aber auch dem kürzesten Wege, schmilzt Metalle, zerreißt Nichtleiter, tödtet Thiere, entzündet, wie der elektrische Funken. Der Donner ist der Knall, welcher sich bey seiner Entwickelung zeigt und durch den Wiederhall verstärkt wird, so wie auch ein starker Funken knallt. Nur ist beym

Blitze

Blitze die Anhäufung der elektrischen Materie ungleich größer. Gewitter entstehen wahrscheinlich, wenn die Wolken die Luftelektricität aufnehmen. Die Aehnlichkeit des Blitzes mit dem elektrischen Funken hatten schon mehrere Physiker bemerkt, Franklin untersuchte dabey alles genauer und kam zuerst auf den kühnen Gedanken die elektrische Materie aus den Wolken herabzuleiten, und durch Leiter die Gebäude vor dem Blitze zu sichern. Man nennt solche Einrichtungen Blitzableiter, und es ist dazu hinreichend, eine gute ununterbrochene leitende Verbindung von dem höchsten Theile des Gebäudes bis dicht an die Oberfläche der Erde zu führen. Die Erfahrung hat den Nutzen solcher Ableiter genug bestätigt.

Zu den elektrischen Lufterscheinungen gehören wahrscheinlich manche Orkane, die Wasserhosen, das Nordlicht, die Wetterlichter, ungewisser ist der Antheil, welchen die Elekticität am Thaue, Hagel, Erdbeben, Irrlichter, Feuerkugeln und so weiter hat. Die meisten Gegenstände dieses §. können nur kurz erwähnt werden, da sie zur Meteorologie gehören.

Litt. Zusatz. Ueber die Erregung der E durch das Reiben habe ich im 2ten Stücke meiner Beyträge zur Physik und Chemie S. 77. folg. Bemerkungen gemacht. Ueber E beym

Schmel-

Schmelzen s. von Marum und Troostwyk Journ. d. Phys. Octobr. 1788. p. 148. E. beym Verdampfen u. s. w. Lavoisier Phys. chem. Schr. 4 B. S. 59. Hassenfratz in Voigts Magazin I, 4, 34. Hemmer über die E. der Flamme. Grens Journ. II, 205. Ueber die Luftelektricität s. Saussure Vog. d. l. Alpes. T. III. Ch. 28. Read Grens N. J. II, 70. Vom Gewitter ist ein Hauptwerk: Reimarus Neuere Bemerkungen vom Blitze. Hamb. 1794. Nach De Luc entsteht beym Gewitter die E erst durch eine chemische Verbindung, die Wolken sind nicht die bloßen Leiter und Auffanger der Luftelektricität. Seine Gründe überzeugen auch nicht. Man findet sie kurz bey Gehler V, 567.

§. 109.

Sonderbare elektrische Erscheinungen zeigt eine Art des Stangenschörts, welche man Turmalin nennt. So lange er in einerley Grade der Wärme ist, bemerkt man keine Elektricität an ihm, durch Erwärmung und Erkaltung wird er elektrisch, und zwar so daß er an zwey gegenüberstehenden Enden entgegengesetzte Elektricitäten erhält. Das Berühren und Erkalten kehrt die Elektricieät einer jeden Stelle um. Durch Reiben wird er positiv elektrisch ohne jene Vertheilung. Einen isolirten Körper giebt er die ent-

entgegengesetzte Elektricität. Aehnliche Erscheinungen hat man auch an andere Steinarten bemerkt, der Boracit erhält durch die Erwärmung vier solche Stellen, wie der Turmalin, wovon zwey gegen über stehende ungleichartige Elektricitäten haben. Auch soll man unelektrischen Schörlen dadurch die Eigenschaften des Turmalins geben können, daß man sie zwischen Asche glühet.

Litt. Zusatz. S. Gehlers Wörterb. Art. Turmalin. Von der E des Boracits s. Hauy in Grens Journ. VII, 87. Die letzte Beobachtung im §. findet man in Sammlung physischer Aufsätze für die Naturgesch. v. Böhmen I, 261. von Schulz.

§. 110.

Manche Thiere erregen, wenn sie lebendig sind und berührt werden, einen erschütternden Schlag in den Theilen, womit man sie berührt. Bey denen, welche man genauer untersucht hat, bemerkt man eigene Organe, welche diese Kraft allein äußeren. Berührt man sie mit einem Leiter, so erfolgt der Schlag, nicht aber, wenn die Berührung mit einem Nichtleiter geschieht, auch hat man wahre Funken dabey gesehen, daher man den Schlag als einen elektrischen ansehen kann. Sonderbar ist es, daß der Schlag einiger

germaßen von der Willkühr des Thieres abzuhängen scheint. Bis jetzt hat man unbezweifelte Erfahrungen dieser Art nur bey Fischen angetroffen, wozu der schlechte Leiter, worinn sie leben, beyzutragen scheint. Diese Fische sind der Zitterroche (Baja Torpedo) aus dem mittelländischen Meere, der Zitteraal (Gymnotus electricus) aus Surinam, der Zitterwels (Silurus electricus) aus dem Nil, ein Tetrodon von der Küste von Zangebar, und Trichiurus indicus aus den indischen Meeren.

Wenn man die entblößten Nerven und Musceln eines Thieres zugleich mit einem Leiter berührt, so entstehen in den Theilen, wozu der Nerve geht, heftige Verzuckungen, welches nicht der Fall ist, wenn man statt des Leiters einem Nichtleiter nimmt. Belegt man einen entblößten Nerven mit Metall, etwa Stanniol, berührt dann dasselbe mit einem andern Metalle oder Kohle, auf die Weise, daß der Nerve zugleich mit berührt wird, so entstehen ebenfalls Verzuckungen. Diese und andere ähnliche Erscheinungen im thierischen Körper hat man unter dem Ausdrucke der thierischen Elektricität begriffen. Da es noch nicht ausgemacht ist, ob die Nerven vielleicht als feine Elektrometer wirken (geringe Elektricität bringt doch keine ähnliche Wirkungen hervor) ob überhaupt dabey

Elek-

Elektricität vorkomme, ob also diese Erscheinungen zur Physik oder Physiologie gehören, so habe ich ihrer nur kurz gedenken wollen.

Litt. Zusatz. Ueber die Zitterfische und die thierische Elektricität ist das wichtigste bey Gehler gesammlet. Hiezu kommen von Humbolds Nachrichten in Grens N. Journ. II, 115, 471; III, 265.

§. 111.

Die meisten Physiker nehmen, wie oben geschehen ist, zwey elektrische Materien an, welches auch der richtigsten Methode in der Physik zur Ordnung der Erscheinungen am gemäßesten ist. Franklin hielt die negative Elektricität für die Verminderung des natürlichen Antheils der elektrischen Materie in den Körpern, die positive für eine Vermehrung desselben. Manche Erscheinungen lassen sich dadurch nur gezwungen erklären, z. B. das Binden der + E durch — E, die Stärke des Schlages in der Nähe beider Belegungen einer geladenen Flasche, welche in der Mitte einer großen leitenden Verbindung viel schwächer ist und dergleichen mehr. Andere wollten beide Elektricitäten nach ihren Bestandtheilen Säure oder Phlogiston unterscheiden, das heißt, eine unbekannte Sache durch eine noch unbe-

unbekanntere erklären. De Luc sieht endlich die elektrische Materie als eine Art von Dämpfen an, welche aus einer schweren Materie, und einer Flüßigkeit besteht, wodurch sie Beweglichkeit und Elasticität bekommt, eine Vorstellung, die mir in der Hauptsache am richtigsten scheint. Ist es erlaubt hierüber eine Hypothese zu äußern so würde ich folgende annehmen. Die elektrische Materie besteht aus einer Materie, der Grundmaterie, welche von einer andern, die Wärmestoff doch in einem gewissen Zustande, vielleicht schon mit etwas Grundmaterie verbunden seyn mag, ihre Elasticität erhält. Ein geringer Druck scheidet diesen Wärmestoff daraus, wie aus den Dämpfen, welcher aber, wenn er nicht in zu großer Menge entwickelt wird, sich sogleich mit der Grundmaterie wieder vereinigt, und ihre specifische Elasticität vermehrt. Die elektrische Materie mit größerer specifischer Elasticität als im natürlichen Zustande macht positive Elektricität, dieselbe in größerer Dichte aber geringerer specifischer Elasticität als natürlich, zeigt sich wie negative Elektricität. Leiter ziehen die elektrische Materie zwar stärker an, als Nichtleiter, sie dringt aber in jene nicht so tief ein, als in diese und verläßt sie daher auch eher. Beym Reiben wird die elektrische Materie aus dem Poren getrieben und angehäuft (verdichtet) aber zugleich

auch

auch Wärmestoff, der sich entweder mit derselben verbindet wie auf glatten Flächen und + E bildet, oder sich frey zeigt, wie man deutlich an rauhen stark geriebenen Flächen wahrnimmt daher hier — E bleibt. Jede Verschluckung und Absetzung des Wärmestoffs scheint Elektricität aus ähnlichen Gründen zu erzeugen. Im Turmalin und so weiter dient vielleicht die Richtung der Blätter dieser Steinarten zur besondern Vertheilung des Wärmestoffs und Verbindung mit der Grundmaterie. Bey der Vertheilung der Elektricität geschieht keine Wirkung in die Ferne, die elektrische Materie in dem Nichtleiter zwischen beiden vertheilenden Körper wird ebenfalls vertheilt. Das + E drückt die natürliche elektrische Materie zurück, welche den Nichtleiter der Adhäsion wegen schwer verläßt, verdichtet sie, macht — E scheidet einen Theil der elastischen Materie von der Grundmaterie, welche sich in einiger Entfernung aber sogleich wieder mit elektrischer Materie verbindet, ihre specifische Elasticität vermehrt + E bildet, und so fort auch in dem Leitern. Das — E zieht hingegen die elastische Materie an, wodurch in der genäherten elektrischen Materie + E entsteht. Bey der Mittheilung durch einen Funken wird Wärmestoff bey der großen Anhäufung der E

aus-

ausgeschieden, auch sind seine Wirkungen wohl nur Wirkungen des Wärmestoffs, der freylich hier auf eine besondere Art wie beym Lichte angebracht wird. Bey der geladenen Flasche ist auf der unmittelbar geladenen Fläche ein Ueberschuß von E nöthig, um durch den Nichtleiter einen Druck auf die E der andern Fläche auszuüben. Uebrigens sieht man leicht, daß Elektricität der Zustand ist, worinn die elektrische Materie eine größere absolute Elasticität hat, als im unelektrischen Zustande, welche aber von der Dichtheit und specifischen Elasticität zugleich abhängt.

Litt. Zusatz. S. *Franklins a. a.* Briefe De Luc Idées sur la Meteorologie T. I. Grens Journ. IV. 91. Etwas von der hier angegebenen Theorie, habe ich, doch weniger bestimmt in meinen Beytr. zur Ph. u. Chem. 3 St. S. 94. gesagt. Vergl. von Marum Grens N. Journ. III. I. (laß ich später, als dieses geschrieben war.)

Ueber Elektricität überhaupt s. The History and present state of electricity by Joh. Priestley. Lond. 1769. 8. übers. (schlecht) von J. G. Krünitz. Berl. 1772. 4. Allgemeene Ei-

Eigenschappen van de Electriciteit door Cuthbertson. Amsterd. 1782. — 94. 3 D. Vollst. Abh. der. theoret. und pract. Electr. von. T. Cavallo. Leipz. 1785. 8. 3te Aufl. Nachher ist noch eine dritte Aufl. in England erschienen. (Lichtenberg in Erxleb. Naturl. 536.) Die Lehre von der Elektricität theoretisch und prakt. von K. A. Donndorf. Erf. 1784. 8. 2 Bde.

Viertes Hauptstück.

Von dem Magnetismus.

§. 112.

Einige Eisensteine, welche man magnetische Eisensteine oder Magnete nennt, haben die Eigenschaft das metallische Eisen sowohl als das verkalkte, jenes aber in einem weit höhern Grade anzuziehen, so wie sie selbst wiederum von Eisen gezogen werden. Außer dem Eisen scheint der reine Koboldkönig der einzige Körper zu seyn, welcher ebenfalls angezogen wird. Es scheint, als ob sich die Stärke der Anziehung verkehrt wie die Würfel der Entfernung vom ziehenden Puncte verhalte. Die Stärke der Anziehung steht keineswegs mit der Masse des Magneten in einem geraden Verhältnisse. Die Hitze schwächt diesen Zustand des Magneten, welchen wir den Magnetismus nennen,

Säu-

Säuren und das Pulvern zerstören ihn. Es giebt wenigstens zwey Stellen an einem jeden Magnet, wovon sich die eine beynahe nach Norden, die andere entgegengesetzte beynahe nach Süden kehrt, wenn der Magnet sich ohne großes Reiben freydrehen kann. Man nennt jene Stelle den Nordpol, diese den Südpol, und man erkennt sie leicht, wenn man den Magnet in Eisenfeile legt, wo sich diese besonders um die Pole häuft, auch daran, daß ein zarter Eisendrath auf den Polen senkrecht, auf den übrigen Stellen mehr und mehr geneigt, zwischen den Polen mit dem Magnet horizontal liegt. Die gleichnamigen Pole verschiedener Magneten stoßen einander ab, die ungleichnamigen ziehen einander an. Alle diese magnetischen Wirkungen werden durch dazwischen befindliche Körper nicht aufgehalten.

§. 113.

Der Magnet vermag das Eisen magnetisch zu machen. Weiches Eisen nimmt den Magnetismus schneller an, verliehrt ihn aber auch leichter wie Stahl. Oft ist dazu nur nöthig, daß der Magnet dem Eisen genähert werde, oft z. B. bey größern Stangen von Stahl muß man diese

mit dem Magnet reiben oder streichen. Die Seite, welche mit einem Pole gestrichen wird, bekommt den entgegengesetzten Pol, die andere nicht gestrichene Seite den gleichnamigen Pol. Je stärker der Magnet ist, je öfter man streicht, desto stärker magnetisch wird der Stahl, oder der künstliche Magnet, der sich völlig und in allen Stücken wie ein natürlicher Magnet verhält. Fängt man mit einem Pole an, einen unmagnetischen Stahl zu streichen, so bekommt er an diesem Ende A den ungleichnamigen Pol, am entgegengesetzten Ende B den gleichnamigen Pol. Streicht man weiter so kommt man an einen Punct J, wo das Ende A keine Polarität hat, sondern jeden Pol anzieht. Fährt man fort zu streichen, so gelangt man weiter zu einem Puncte C, wo A anfängt den gleichnamigen Pol zu erhalten, und B denselben zu verliehren, noch weiter ist ein Punct i, wo B keine Pole hat, sondern einen jeden Pol anzieht, und endlich in B erhält dieses Ende den ungleichnamigen, A den gleichnamigen Pol. Die Puncte J und i heißen Indifferenzpuncte, der Punct C der culminirende Punct. Man sieht also auch hieraus, daß man den Pol wieder am Ende zerstört, den man im Anfange gemacht hat, wenn man über den ganzen Stab streicht, daß man folglich das Streichen danach einrichten muß,

wenn

wenn man stark magnetische Stäbe erhalten will. Aber es ist gar nicht nöthig, daß ein stählerner Stab schon magnetisch sey, um den andern magnetisch zu machen, wenn man nur das Streichen darnach einrichtet. Der streichende vertical aufgesetzte Stab erhält den Nordpol, das gestrichene Ende des andern Stabes den Südpol. Solche magnetisch gemachte Stäbe kann man wieder verbinden, damit andere streichen, hierauf die ersten wiederum mit den letztern, und so fort, auf welche Weise man äußerst starke magnetische Stäbe hervorbringt. Ja sogar Klopfen, Hämmern, der elektrische Schlag besonders nach der Richtung der Linie zwischen den beiden Puncten wohin die magnetischen Pole zeigen (nach dem magnetischen Meridian), das Stoßen der Stangen in verticaler Richtung sind fähig, Eisen und Stahl magnetisch zu machen. Eiserne Stangen, welche lange im magnetischen Meridiane liegen oder vertical stehen, erhalten Magnetismus, eiserne und stählerne Nadeln drehen sich auf dem Wasser von selbst in den magnetischen Meridian. In allen diesen Fällen erhält das untere oder nordliche Ende den Nordpol, das andere den Südpol. Eisenfeile mit einer fettigen Materie zu einem Teige gemacht, kann gleichfalls dem Magnetismus annehmen.

Man sieht hieraus, daß die scheinbare Mittheilung des Magnetismus in einer Vertheilung beruht, die der elektrischen §. 103. äußerst ähnlich ist. Man nimmt daher wie dort zwey magnetische Materien an, wovon sich die gleichartigen abstoßen, die ungleichartigen anziehen. Alle Körper sind für sie vollkommene Leiter, nur Eisen und Eisenkalke nicht (Kobold?). Allein über die Natur dieser Materien, die doch eine Modification der elektrischen scheinen, läßt sich nichts wahrscheinliches sagen.

§. 114.

Doch scheint in einigen Fällen eine geringe Mittheilung vorzugehen, so verliehrt z. B. ein Magnet, wenn man im Anfange einen unmagnetischen Stab damit streicht, etwas von seiner Stärke, erhält sie aber nachher wieder. Eben dergleichen will man auch bey einem geriebenen Elektrophor beobachtet haben. Bey der Vertheilung der magnetischen Materie erscheinen sie auch auf eine ähnliche Art gebunden, wie die elektrischen Materien. Ein Magnet, welcher lange kein Eisen gezogen hat, verliehrt von einer Stärke, weil in dem Halbleiter die magnetischen Materien sich nach und nach mit einander

ander verbinden. Hingegen wird die Kraft eines Magneten beträchtlich vermehrt, wenn man immer mehr und mehr Eisen daran hängt, wodurch die Materien auch mehr von einander getrennt werden, und desto stärkere Wirkungen äußern können. Man pflegt daher die künstlichen Magneten als Hufeisen zu formen, um Eisen daran hängen zu können, die natürlichen an den Polen abzuschleifen und eiserne Anker daran zu befestigen, woran man gleichfalls Eisen hängt, oder sie zu armiren.

§. 115.

Ein schmaler dünner an beiden Enden zugespitzter magnetischer Stahlstreifen, welcher horizontal liegt, in einem Puncte im Gleichgewicht ruhet, um welchen er sich äußerst leicht drehen kann, heißt eine Magnetnadel. Gewöhnlich nimmt man dazu blau angelaufenen Stahl, man bringt in der Gegend des Ruhepuncts ein agatenes Hütchen an, das sich auf einer stählernen Spitze dreht. Eine solche Magnetnadel wendet sich zwar nach Norden, liegt aber jetzt bey uns nicht im wahren Meridiane, sondern weicht nach Westen ab. Diese Abweichung hat sie (1770.) in ganz Europa, Afrika,

dem östlichen Theile von Nord-Amerika. Vom weißem Meere aus geht durch Asien, das südliche China und die philippinischen Inseln eine Linie, in welcher gar keine Abweichung ist. Dieser Linie gegen Osten fängt aber die Abweichung an östlich zu werden, und bleibt dies bis an eine Linie, welche von Florida aus an der brasilianischen Küste hin, bis an dem ersten Meridian unter 40° südlicher Breite geht, in welcher Linie wiederum gar keine Abweichung ist. Allein die Abweichungen sind zu verschiedenen Zeiten für dieselben Oerter verschieden, so hat die Abweichung zu Paris seit 1666 bis 1769. jährlich immer um etwas zugenommen. Die Dauer dieser Periode, die Verhältnisse der Zunahme für gleiche Zeiten sind noch nicht bestimmt. Daß die Richtung der Magnetnadel von dem Magnetismus der Erde abhänge ist wohl gewiß, ob aber von der ganzen Erdkugel, oder von einem Theile derselben, welcher seine Lage ändert, ist gleichfalls noch nicht ausgemacht. Außer dieser Zunahme oder Abnahme der Abweichung bemerkt man noch eine jährliche Variation. Zu Paris nimmt die Abweichung vom Januar bis in den Aprill zu, vom Aprill bis zum Sommersanfange ist sie rückgängig, dann aber nimmt die Abweichung bis zum Anfange des Octobers wieder zu, so daß sie in dieser Zeit fast immer auf denselben Punct kommt,

wo

wo sie im Anfange des Mays war. Nach dem October fährt die Nadel fort sich gegen Westen zu bewegen. Endlich hat man noch eine tägliche Aenderung der Abweichung beobachtet. Vom Mittag bis Nachmittags um 3 Uhr steht die Nadel gewöhnlich still, sie geht aber nachher bis Abends um 8 Uhr etwas gegen Norden zurück, bleibt daselbst bis 8 Uhr stehen, und kehrt dann gegen Westen beynahe auf den Punct zurück, wo sie den Tag vorher stand. Vielleicht rührt diese Aenderung von der Schwächung durch die Wärme her. Bey starken Gewittern, Nordlichtern, Stürmen, Erdbeben, Kälte, will man ebenfalls Aenderungen der Abweichung bemerkt haben.

§. 116.

Hängt man eine unmagnetische stählerne Nadel in ihrem Schwerpuncte so auf, daß sie horizontal schwebt, sich aber in einer Verticalebene leicht drehen kann, und magnetisirt sie nun, so bemerkt man, daß sie nicht mehr horizontal liegt, sondern mit der Horizontalebene einen Winkel macht. Diese Abweichung von der Horizontalebene heißt die Neigung der Magnetnadel. In dem größten Theile der nördlichen

Hälf-

Hälfte unserer Erde senkt sich der Nordpol unter dem Horizont (nördliche Neigung), auf der südlichen Hälfte thut dieses der Südpol, (südliche Neigung), im atlantischen Meere ist die Lage im 10° südlicher Breite, im indischen Meere im 8° nördlicher Breite horizontal, oder die Neigung null. Die nördliche Neigung nimmt also im Ganzen mit den Breiten zu, und ist vielleicht in der Nähe der Pole senkrecht auf den Horizont, allein sie ist auch für verschiedene Längen verschieden. Sie ändert sich ebenfalls mit der Zeit, wie die Abweichung, und scheint auch eine tägliche Variation zu erleiden. Im Ganzen ist sie leicht aus der Anziehung ungleichnamiger Pole zu erklären; eine Nadel muß im Gleichgewichte zwischen zwey magnetischen Polen schweben, wenn die Anziehung derselben auf die Pole der Nadel gleich ist, sie muß sich mit ihrem Pole demjenigen nähern, der ihn stärker anzieht. Die Aenderung derselben in verschiedenen Längen und zu verschiedenen Seiten ist noch, wie die Aenderung der Abweichung, unerklärt.

Der Gebrauch der Magnetnadel ist außerordentlich groß, zu Seecompassen, die Weltgegenden anzuzeigen, zu Boussolen, Winkel zu messen, in der Markscheidekunst und so weiter.

Litt.

Litt. Zusatz. S. über den Magnetismus Gehlers Wörterb. Art. Abweichung, Neigung, Magnet u. s. w. A. Brugmanni Tentamina philosophica de materia ejusque actione in ferrum et magnetem. Franeq. 1765. 4. übers. mit Zus. und Verbess. des Verf. durch C. G. Eschenbach. Leipz. 1784. 8. A. Brugmanni Magnetismus s. de affinitatibus magneticis observat. L. B. 1778. gr. 4. übers. von Eschenbach. Leipz. 1781. 8. Theoria magnetis explic. M. Gabler. Jngolstad. 1781. Prevost vom Ursprunge magnetischer Kräfte übers. von Bourgunt. Halle 1794. Treatise on Magnetism in theory and practise by T. Cavallo. Lond. 1787. 8. Abhandlung über den Magnetismus von Coulomb Grens N. Journ. der Physik. II, 298.

§. 117.

In den meisten Fällen ist die Fähigkeit Eisen anzuziehen oder vom Magnet gezogen zu werden, und zwey Pole zu zeigen, in den magnetischen Körpern verbunden. Allein man hat auch Beyspiele von magnetischen Eisensteinen, welche zwar vom Magnet gezogen werden, aber keine

keine Polarität zeigen. Wiederum giebt es Fossilien, welche das Eisen unbeträchtlich anziehen, und eben so wenig von dem Magnet gezogen werden, dennoch aber eine starke Polarität äußern, wie dieses Dolomieu am vulkanischen Tuff, Humboldt an einem Serpentinsteine, der letztere unter merkwürdigen Umständen, beobachtet haben. Alle diese Erscheinungen sind höchst merkwürdig, fodern aber noch eine genauere Untersuchung.

Bayerische Staatsbibliothek München

Fig: 1.

Fig: 2.

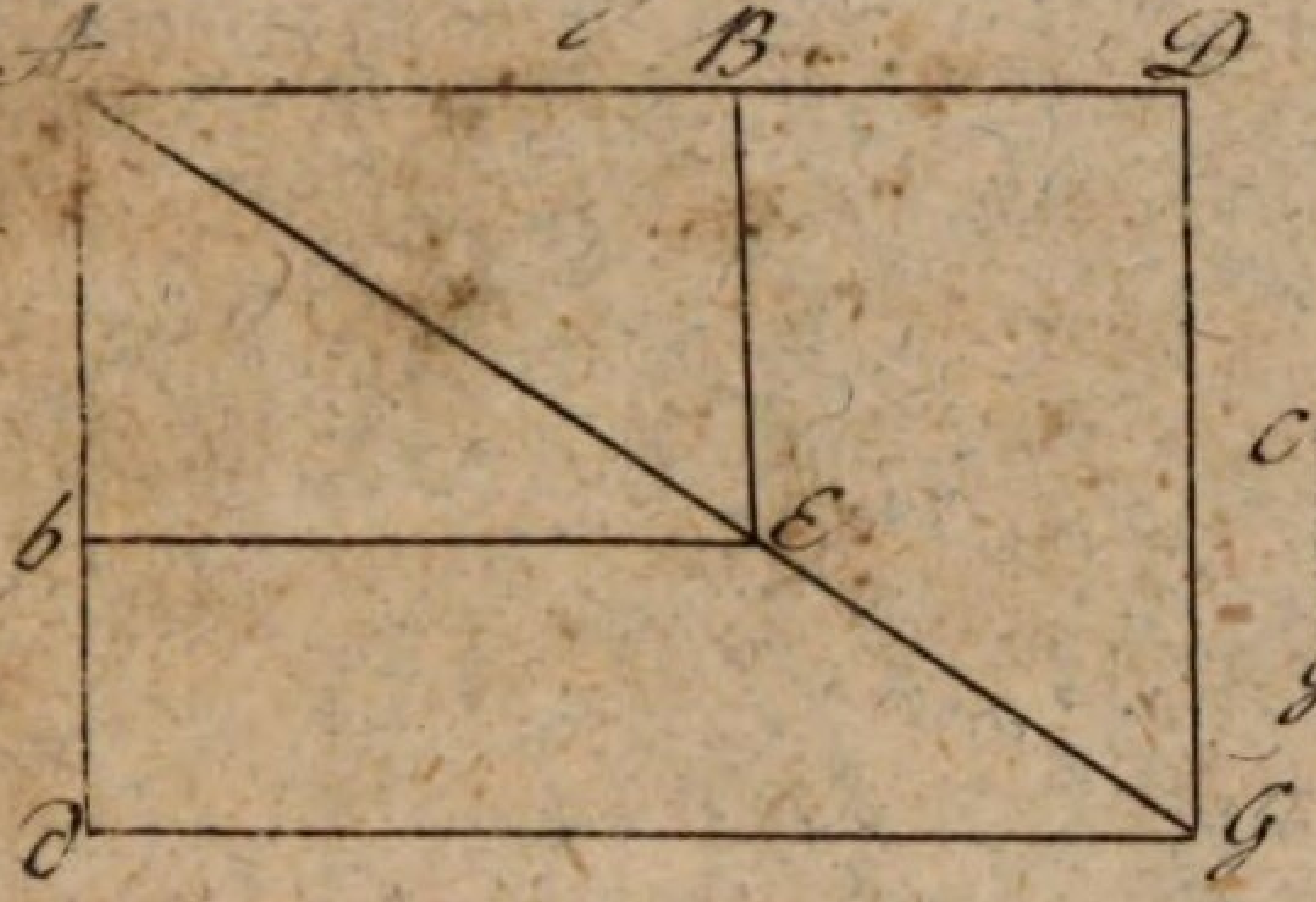


Fig: 3.

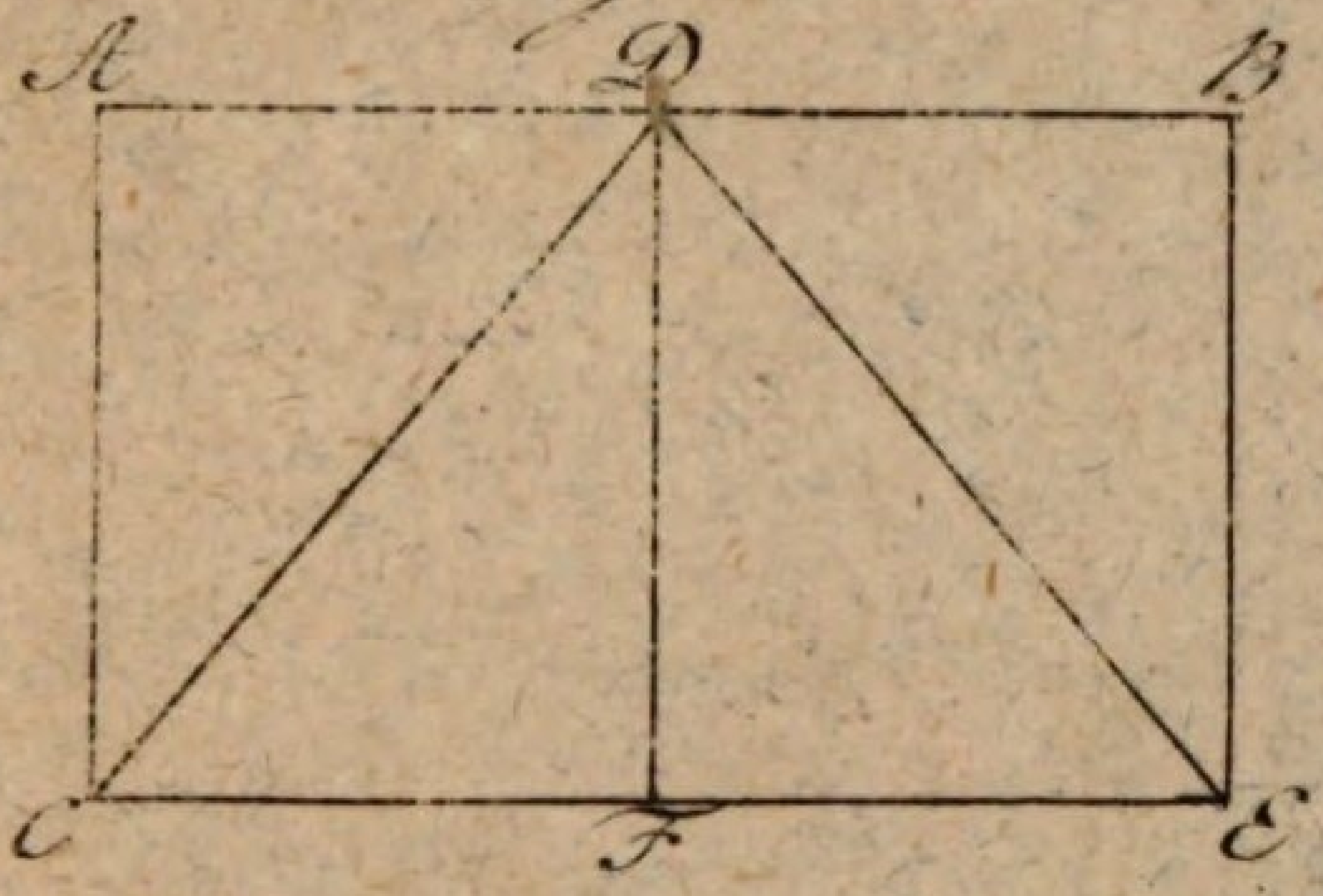


Fig: 4.

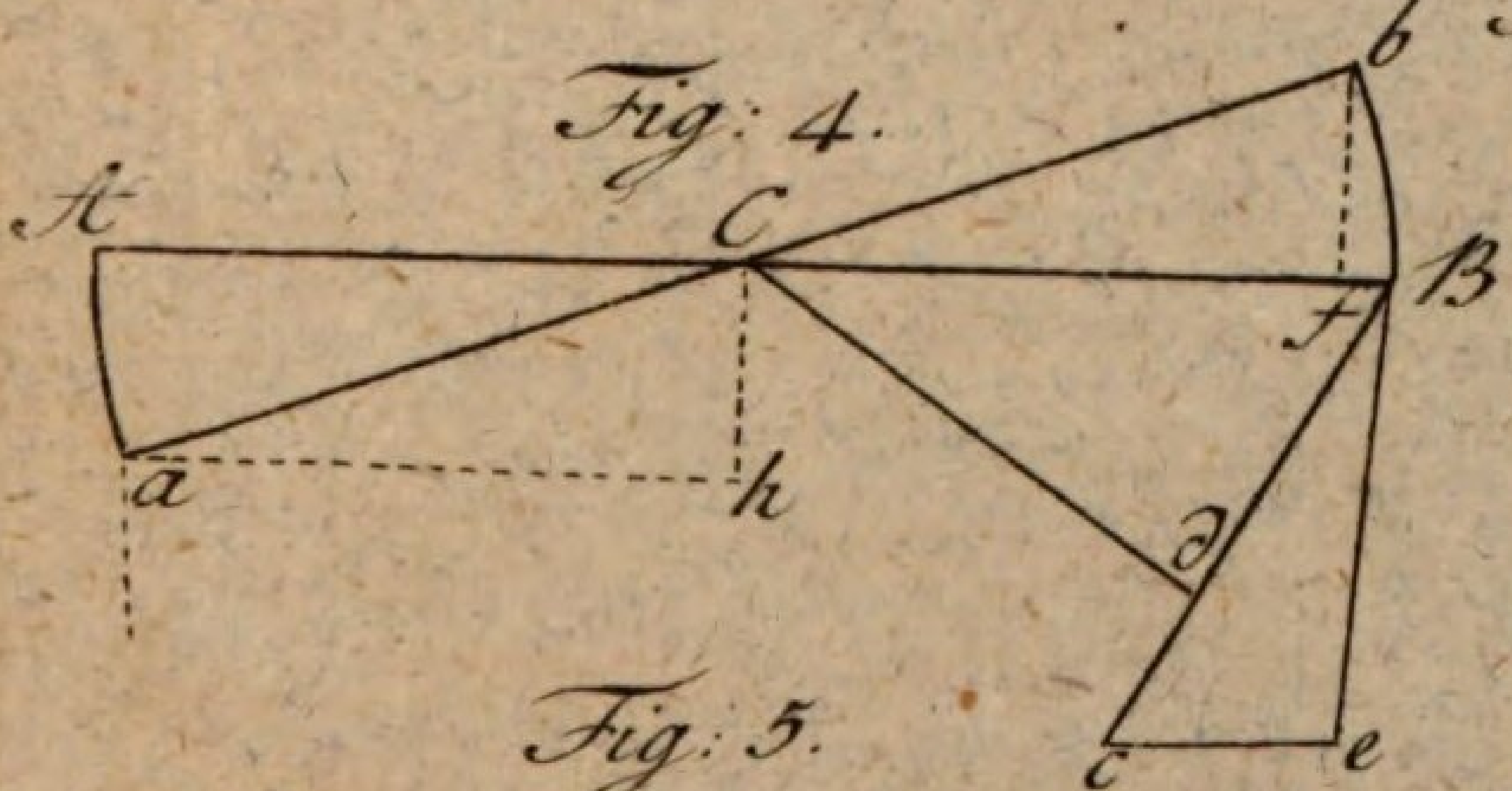


Fig: 5.

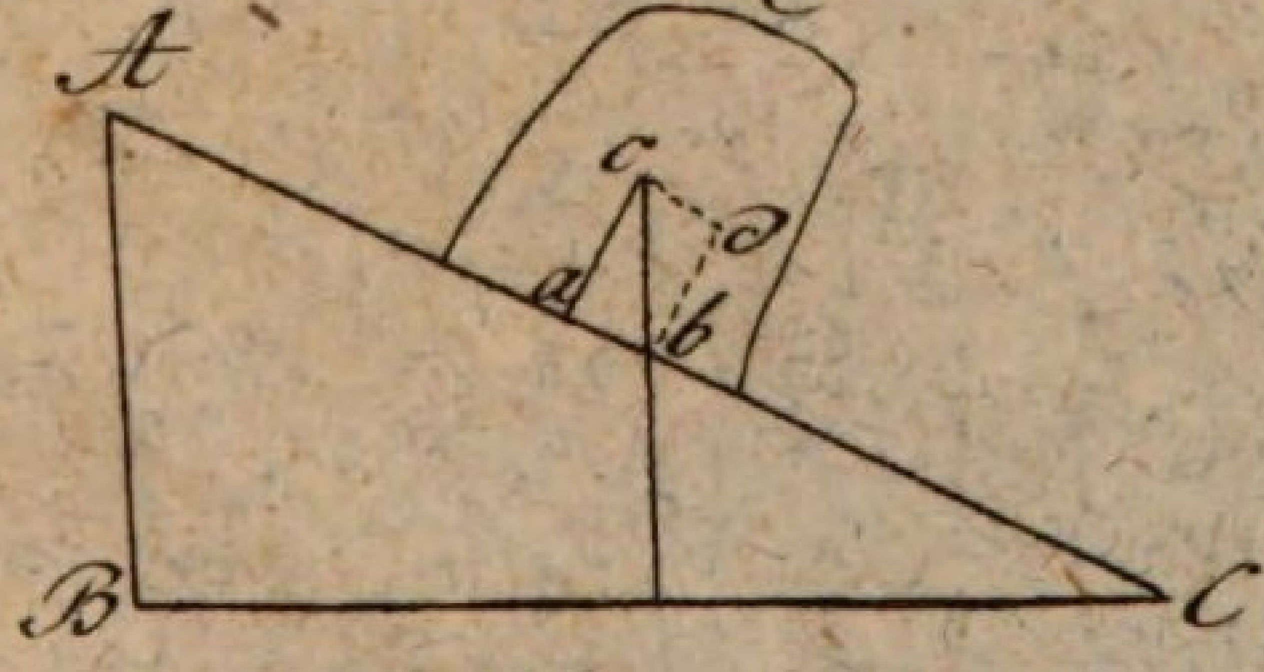


Fig: 6.

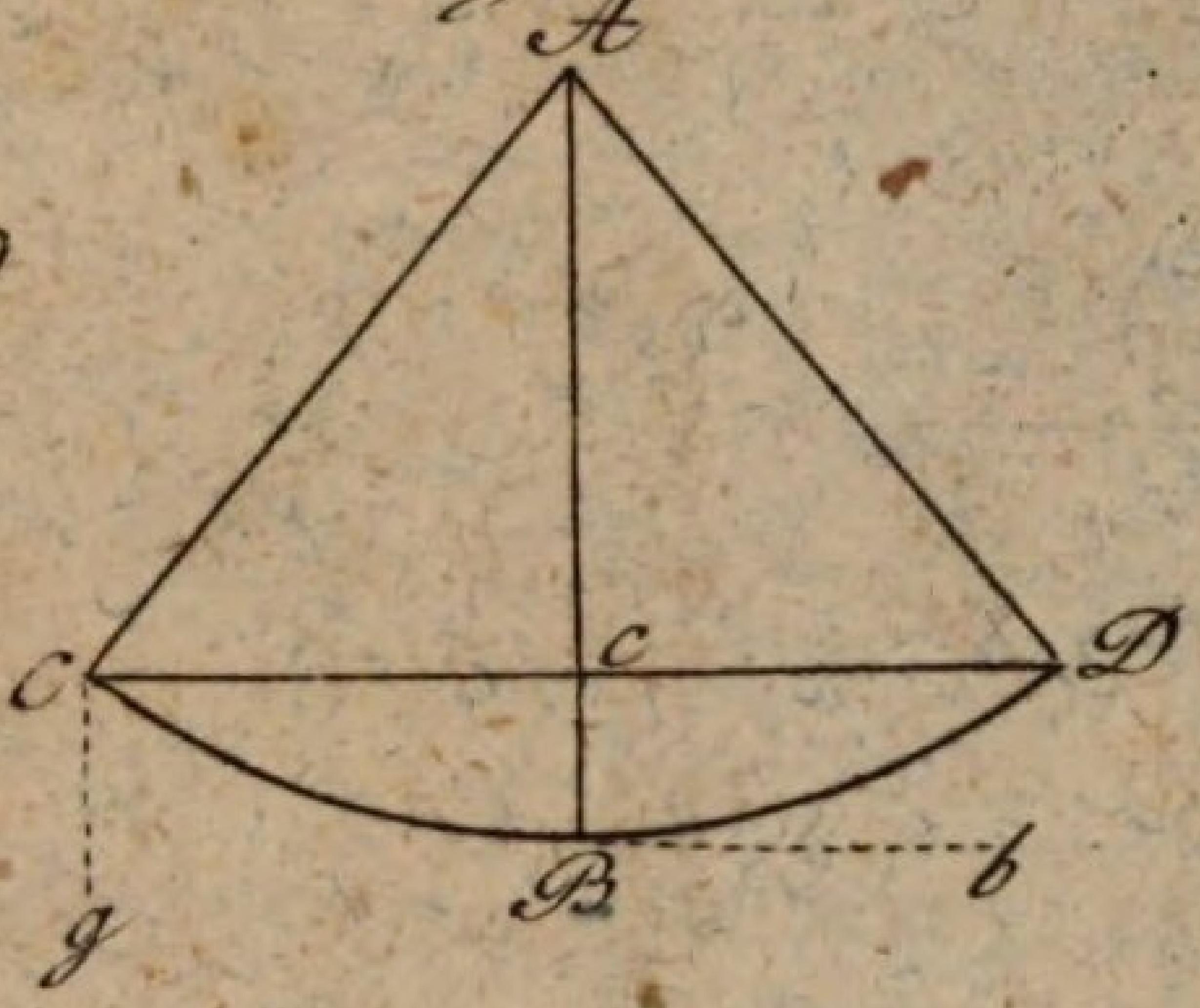


Fig: 7.

Fig: 8.

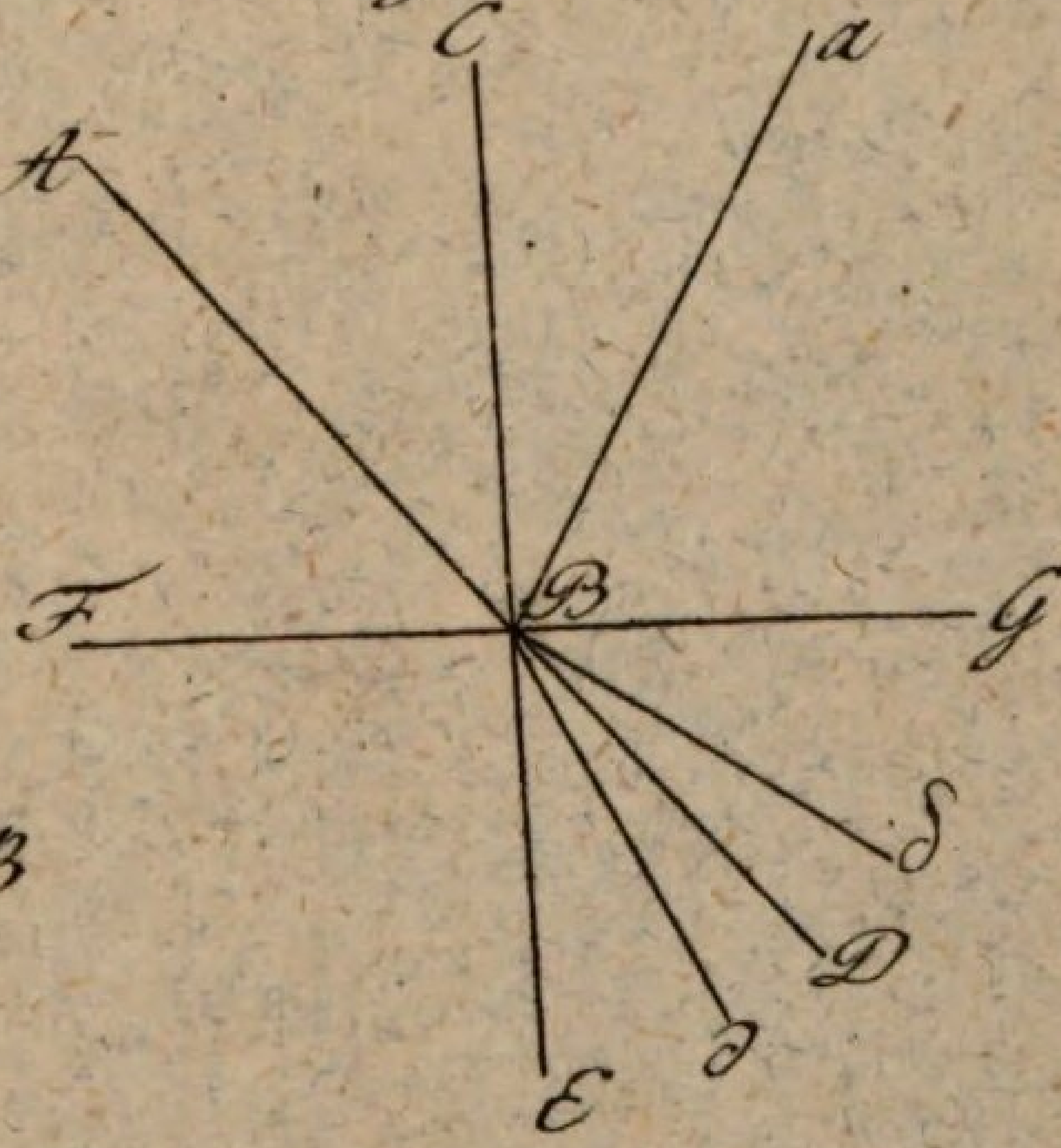
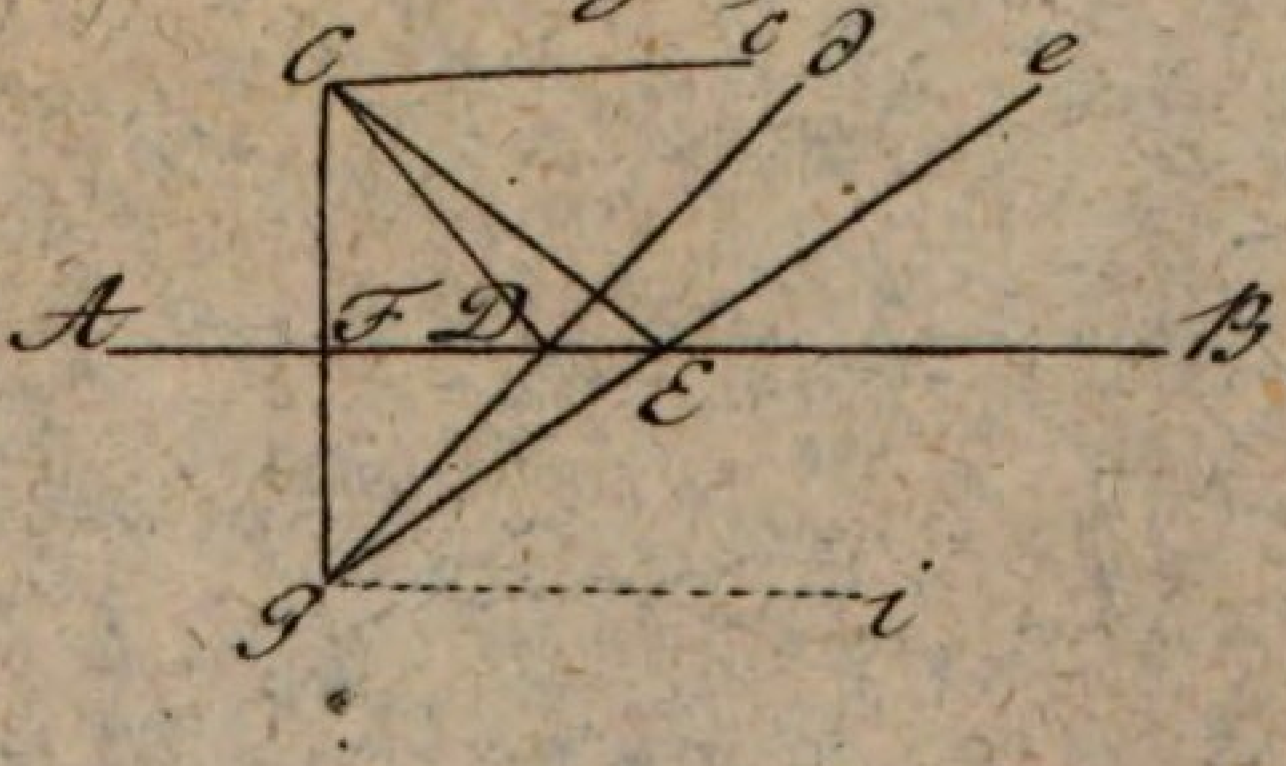


Fig: 9.



Johan Rüger[illegible]
Kirchberger G[illegible]

Madame Scharlin –
Oster gassen [illegible]
[illegible]

Bayerische StaatsBibliothek

Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Link, Heinrich Friedrich,

Grundriß der Physik für Vorlesungen

Hamburg 1798

BHS II H 70
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10707542-5
VD18 1306276